DELLA NATURA DE' FIUMI

TRATTATO FISICO-MATEMATICO

DEL DOTT. DOMENICO GUGLIELMINI

NUOVA EDIZIONE

CON LE ANNOTAZIONI

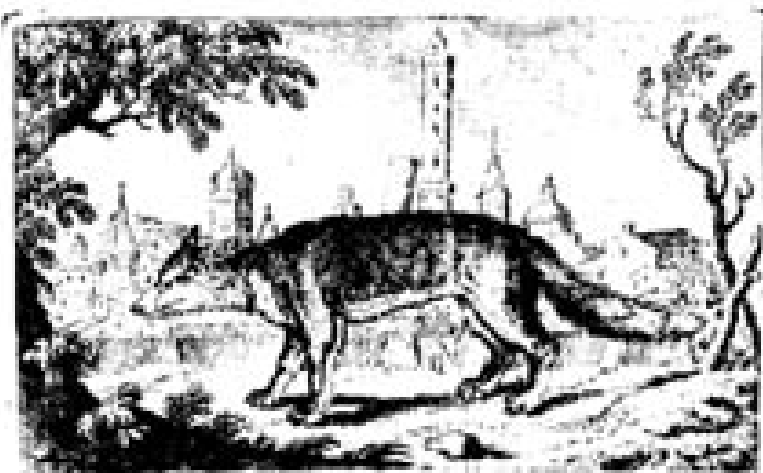
DI EUSTACHIO MANFREDI

All' Eminentissimo, e Reverendissimo Principe

IL SIG. CARDINALE

NERIO CORSINI

Nepote del regnante sommo Pontefice

CLEMENTE XII.

In Bologna nella Stamperia di Lelio dalla Volpe. MDCCXXXIX.

Con licenza de' Superiori.

EMINENTISSIMO, E REVERENDISSIMO PRINCIPE.

Resentiamo riverentemente a VOSTRA EMINENZA *in quest' opera del fu Eustachio Manfredi nostro fratello, la quale dopo la Morte di lui per cura e diligenza nostra or vien pubblicata, l' ultima delle sue fatiche, e che fu sua principale occupazione nell' anno, che il suo morir precedette, desideroso, come egli era, di*

accrescere, per quanto potea, lume, e chiarezza agl' insegnamenti contenuti nell' aureo Volume del celebre Dottore Domenico Guglielmini, intitolato = Della natura de' Fiumi. Comprenderà agevolmente Vostra Eminenza le cause, che ci hanno mossi ad implorare con riverente speranza a questo libro il suo valevole appoggio, solamente che Ella si compiaccia riandar con la mente la serie di que' molti favori, de' quali ha con larga mano ricolmato l' autore sin ch' è vissuto, cui non isdegnò di accogliere non poche volte presso di Lei, e riguardarlo con quell' eccesso di gentilezza, con cui Ella suole ammettere Uomini letteratissimi, avendogli ancora, con tanta benignità, conceduto l' onore di prostrarsi a santissimi Piedi di Nostro Signore, da cui ebbe la sorte di riportare clementissime significazioni di paterna, e propensa volontà verso di lui; del qual fortunato avvenimento, abbenchè egli fosse solito prendere in se stesso straordinaria, ed inesplicabile compiacenza, solea però esso, con non minore sua soddisfazione commemorare, e con esso noi, nelle domestiche nostre conversazioni, comunicare il contento, e l' ammirazione presa nell' avere osservato la instancabile sollecitudine con la quale Vostra Eminenza, dalla Divina Provvidenza destinata ad alleg-

leggerire al regnante nostro Sommo Pastore, e Principe il grave peso del sovrumano suo carico, di null' altro si è mai dimostrata maggiormente bramosa, che di adoperare a profitto della Santa Chiesa, e a beneficio de' Popoli sudditi, que' maravigliosi talenti, che la mano del Creatore, a comun nostro bene, ha largamente all' Eminenza Vostra conceduti; La qual generosa, e costante sollecitudine del pubblico bene, riposta nella più sacra, e più eccelsa parte del magnanimo Cuore di Vostra Eminenza, non può a meno di non renderlo propenso ad approvare i lodevoli sforzi di chiunque impiega a vantaggio pubblico quella, qualunque siasi, abilità, che gli è toccata in sorte, e così pure non può a meno di non estendere cotesta medesima propensione ad approvare la retta intenzione del defunto nostro Fratello, il quale negli ultimi mesi del suo vivere deliberò di non permettere, che con lui si perdessero quelle notizie, che nella importante materia delle Acque lo studio, l' esperienza, e la varietà de' casi, gli avea fatto conoscere essere adattabili quando all' una e quando all' altra delle speculazioni teoriche, e delle regole pratiche, insegnate dal chiarissimo Autore, ch' esso avea preso ad illustrare. Per lo che veggendo noi, che questo libro, il

qual

qual certamente ha per oggetto la pubblica utilità, di null' altro dovea maggiormente gloriarsi, che d' una sì autorevole approvazione, ci siamo fatto animo d' implorare il veneratissimo Padrocinio di Vostra Eminenza, a cui quella non può non esser congiunta, con umile fiducia, che questa nostra supplica abbia la sorte d' incontrare la degnazione dell' Eminenza Vostra, e che la connaturale di Lei Umanità abbia a perdonare l' ardir nostro, col quale nella edizione di quest' opera invochiamo a favore di essa il gravissimo, ed autorevol Nome di Lei, e le diamo il pregio di portarlo impresso in fronte, col riporre insieme e l' opera, e noi medesimi sotto la Protezione dell' Eminenza Vostra nell' atto istesso di baciarle riverentemente la Sacra Porpora, e di dichiararci con sommo ossequio

Di Vostra Eminenza

31 *Agosto* 1739

Umilissimi divotissimi, ed obbligatissimi Servidori

Gabriello, ed Eraclito fratelli Manfredi.

DELLA

NATURA DE' FIUMI

Trattato Fisico-Matematico

DEL DOTTORE

DOMENICO GUGLIELMINI

Primo Matematico dello Studio di Bologna, e dell'
Accademia Regia delle Scienze,

*In cui si manifestano le principali proprietà de' Fiumi, se n' indicano molte
fin' ora non conosciute, e si dimostrano d' una maniera facile
le cause delle medesime,*

Pubblicato per la prima volta in Bologna
l' anno 1697.

NUOVA EDIZIONE

Con le Annotazioni

DI EUSTACHIO MANFREDI

Professore delle Matematiche, soprintendente alle acque, e astronomo
nello Instituto delle Scienze di Bologna, e associato alle regie
Accademie di Londra, e di Parigi.

PREFAZIONE

Dell' Autore delle Annotazioni.

LA maggior parte delle annotazioni, che escono alla luce colla presente edizione del trattato della natura de' fiumi del Sig. Guglielmini, era stata da me stesa in iscritto, o per lo meno concepita, e serbata in mente nelle diverse occasioni, che ebbi di esaminare come si addattassero a' casi particolari quando una, quando un' altra delle proposizioni teoriche, o delle regole pratiche, che l' Autore ha esposto in quest' opera. Mi avvisai poscia, che siccome a me senza qualche attenta meditazione non sarebbe il più delle volte riuscito di penetrare ne' suoi sentimenti, ne di sgombrarmi la mente da quegli equivoci, ne' quali sovente io mi accorgeva di essere incorso in materia sì difficile, così non fosse per riuscire soverchio, se col pubblicare ciò, che io ne' casi predetti aveva meco stesso divisato, avessi renduto ad altri più agevole l' intendere gli insegnamenti dell' Autore, senza passare per tutti que' dubbj, che ad essi, come a me, potevano per avventura cader nel pensiero. Con tale intendimento mi sono dato a leggere di bel nuovo da capo tutto il libro. Ho inserito a suoi luoghi ciò, che totalmente a caso, e senza alcun' ordine quà, e là aveva notato; vi ho aggiunto tutto quello di più, che in una tale lettura seguita mi è occorso di avvertire combinando fra loro i varj passi dell' opera; ne ho tralasciato di accennare se alcuna osservazione da altri più moderni scrittori dopo la prima edizione del libro fosse stata fatta, da cui potessero prendersi nuovi lumi, e ritrarre nuovo accrescimento a questa sì importante dottrina dell' acque correnti.

Se io abbia con ciò contribuita cosa alcuna a rischiarare i documenti dell' Autore, e a farne meglio comprendere tutto il sistema, debbo attenderne il giudicio degli altri. Questo solo parmi di potermi promettere, che presso i retti estimatori io non sarò per incorrer la taccia di aver' impiegata simil fatica in cosa, che nol vaglia; anzi spero, che dal Pubblico possa esser gradito, se non altro, il mio esempio nell' aver' io preso ad illustrare un-

libro, che, dirittamente giudicando, ſi dee chiamare non pure
ginale, ma unico nel ſuo genere. Ben ſo, che queſto mio d
a prima faccia parrà ad alcuni alquanto ardito; ma tale non ſ
brerà certamente a chi ben diſtinguendo ciò, che ha di part
lare queſt' opera, ſi farà a conſiderare, che due ſono le parti,
due per così dire le ſcienze, che in eſſa ſi inſegnano: una int
no alle acque, e l' altra intorno agli alvei de' fiumi.

Della prima non intendo io di attribuire merito sì ſpeciale
noſtro Autore, che venga a ſcemarſene il pregio d' alcun' alt
perocchè quantunque molto egli abbia contribuito a perfezio
re lo ſtudio della miſura delle acque correnti così in queſto,
me nell' altro libro, che pochi anni prima avea pubblicato
titolo *Aquarum fluentium menſura*, nulladimeno, nè da lui pri
riconoſce queſta ſcienza il ſuo eſſere, nè da lui ſolo il ſuo av
zamento fino a quello ſtato (qual' egli ſiaſi) in cui ſi trova.
noto, che l' Abate D. Benedetto Caſtelli, fu quegli, che ava
d' ogni altro ne gettò i fondamenti coll' avere avvertito dov
nell' eſtimare le quantità dell' acqua de' fiumi aver riguardo ol
la larghezza, e l' altezza anco alla velocità. Scoprirono poſ
il Torricelli, e il Mariotte colle loro ſperienze il vero rappo
delle velocità colle altezze all' uſcir, che fa l' acqua dalle l
aperte nelle ſponde, o nel fondo de' vaſi, e la medeſima reg
fu ſtimato dal P. Milliet poterſi applicare alle altezze, e alle
locità delle ſezioni de' fiumi. Allora ſolo fu, che il noſtro A
tore parte ſeguendo tal dottrina, parte correggendola ſecon
alcune diverſità de' caſi, non prima da alcun' altro avvertit
trattò metodicamente di tutto ciò, che appartiene alle veloc
de' canali, e alla miſura delle acque, che portano; dopo di c
il Sig. Varignon, il Sig. Cavalier Neuton, il Sig. Gio: Bernul
il Sig. Marcheſe Poleni, il Sig. Pitot, ed altri grand' uom
qual con nuove meditazioni intorno a' principj fiſici del mo
delle acque, quale con oſſervazioni eſatte di fenomeni anno
ricchita l' idrometria di nuove, ed utiliſſime cognizioni; e fin
mente abbiamo ora un' eccellente trattato del P. Abate Granc
pieno di profonda geometria, nel quale ſenza riſtrignerſi ad
cuna ipoteſi intorno alle velocità, ha ſpiegato ciò, che vi ha
più aſtruſo in queſta materia.

Ma della ſeconda, cioè a dire di quella parte, che conſide
le

le regole, e le leggi ſerbate dalla natura nelle direzioni, nelle declività, nelle larghezze, nelle diramazioni, nelle sboccature, e nelle altre particolarità degli alvei, per li quali ſcorrono i fiumi, tanto è lontano, che alcun'altro aveſſe trattato, che ne pure ſi erano avviſati i filoſofi poterſi ſopra ciò dare una ſcienza, ſe piuttoſto non ſi dee dire, che alcuni di loro credeſſero d'averne già una, ma che era falſa, e fondata ſopra vane ſuppoſizioni troppo leggermente ricevute come aſſiomi. Di ciò fanno teſtimonianza, e il loro comune conſenſo nel ſupporre eſigerſi dalla natura qualche pendenza a far, che le acque poteſſero ſcorrere, e inſieme il diſſenſo nello ſtabilire la quantità di tal pendenza; e l'eſtimar, che facevaſi la maggiore, o minore velocità d'un canale unicamente dalla maggiore, o minore inclinazione; e l'immaginare, che le ſole acque chiare eſcavaſſero gli alvei, e le torbide non poteſſero, che interrarli, e il figurarſi, che i recipienti, allorchè gonfiano, rigettaſſero i loro tributarj; e ſoprattutto il darſi a credere, che i fiumi carichi di materie terree andaſſero perpetuamente, e ſenza alcun limite rialzando i loro letti; con altri ſimili pregiudicj, da' quali non potea derivare, che oſcurità, e confuſione nelle teoriche, e inganno perpetuo nella pratica.

La riforma dunque di tali dottrine, e lo ſtabilimento di queſta nuova ſcienza fu quello ſcopo, a cui il noſtro Autore indirizzò principalmente i ſuoi ſtudj, e le ſue ricerche, e queſto gli fornì la miglior parte della materia al preſente trattato. Egli è vero, che poco avanti i ſuoi tempi da più ſaggi profeſſori ſi era incominciato a entrare in diffidenza di alcune delle maſſime poc'anzi dette, e quaſi comunemente per l'addietro accettate, come ſi può ſcorgere da qualche paſſo della lettera del Galileo ſopra il fiume Biſenzio, dall'architettura delle acque del Baratteri, e da alcune altre opere, che ſono alle ſtampe. Aveva eziandio il Michelini dato qualche ſaggio d'un metodo in ciò, che appartiene alle direzioni de' fiumi nel propoſito de' ripari, da' quali ſi difendono le ripe dalle corroſioni: lavori a' quali unicamente pareva eſſere ſtato per l'addietro rivolto tutto lo ſtudio degl'ingegneri, e de' quali abbiamo eziandio un diſcorſo del celebre matematico il Sig. Vincenzio Viviani; e già la proprietà de' fiumi di eſcavare i loro letti per l'unione di altre acque, ancorchè torbide, era ſtata riconoſciuta dagli autori più ſenſati, come ſi fa manifeſto, non

che da altro, da ciò, che avea pubblicato in diversi eccellenti s
scritti il Sig. Gio: Domenico Cassini intorno all'affare del Ren

Ma ne questo era tutto ciò, che poteva desiderarsi int
no alla natura, e alle proprietà degli alvei, ne a tal'ordi
era ridotto, che constituisse un sistema. Il Sig. Guglielmini
quegli, che primo di tutti tentò, e condusse affine una sì nuo
intrapresa. Considerò egli, che il primo nascere, e formarsi de
alvei, o sia col profondarsi di quel piano per cui scorre l'acqu
o sia coll'alzarsi posandovi sopra materia terrea, benchè non
sembianza di serbare alcuna regola, nulladimeno essendo op
della natura dee certamente soggiacere a quelle leggi costanti,
ella serba in tutte le altre sue opere. Vide, che per intendere q
ste leggi non vi era, che da pensare a due principj: alla forza d
acqua, e alla resistenza di quella materia, la quale o compon
letto, e contrasta all'esser corrosa, o scorre sopra il letto,
ripugna a scorrervi spinta verso il fondo dalla propria gra
tà. Avvertì, che nell'atto medesimo dell'adoperarsi la for
contro la resistenza per formare, o coll'escavazione, o colla
posizione un fondo, e due sponde, l'uno, e l'altro di cot
due principj era variabile, e talmente variabile, che allo scem
quello de' due, che nell'effetto inteso dalla natura prevaleva
altro, questo all'incontro si aumentava, il che conduce per
cessità ad un'equilibrio, che è come dire a un termine di stab
mento dell'alveo, e nella pendenza, e nella larghezza. Da q
sta necessità (che egli a lungo spiega, e dimostra nel capo 5.,
che da niun'altro avanti lui era stata osservata) come da assio
fondamentale, e fecondo d'innumerabili conseguenze dedu
con metodo geometrico tutto ciò, che poteva desiderarsi ad un
compita teorica degli alvei, e ad un'arte ben fondata per reg
larli. Una dottrina sì nuova, e sì lontana dalle comuni preve
zioni si trova sì facile, e porta seco sì chiari lumi di certezza, e
evidenza, che chiunque legge resta sopraffatto di non aver'egli
nosciute, e dedotte da se stesso tali verità, e per dirla colle par
d'uno de' primi uomini del nostro secolo, il Sig. di *Fontenelle*
fisici, i quali non dubitavano per l'addietro di non intender
stantemente la natura de' fiumi, dopo aver letto questo libro a
no dovuto restar convinti, che punto non l'intendevano.

In fatti, comechè nella parte puramente idrometrica abbia
dot-

dottrina dell' Autore corsa la sorte di tutte le altre di argomento misto di fisico, e di matematico, cioè di non essere stata ricevuta, che in grado di probabilità (il che nasce dal non aversi per anco una intera evidenza, ma solo qualche conghiettura intorno alle vere regole della velocità de' fiumi) tuttavia il suo sistema degli alvei in 40. anni, dachè uscì alla luce non ha trovato chi si avvisi di rivocarne in dubbio i principj; o se alcuna difficultà in qualche parte di esso è stata eccitata da chi lo trovava incomodo per li suoi fini, nello stesso suo nascere si è dileguata. Al contrario egli si è veduto, e si vede tutto giorno acquistar fede, e credenza tra' più esperti professori di quest' arte, e tra quegli ingegneri, che bramano di appoggiare le loro opere a qualche saldo fondamento. Confessano essi, che questo libro è un fondo inesausto di utilissime avvertenze per la condotta delle acque, e che vi si trova tutto ciò, che si brama alle occorrenze, o di fare nuovi lavori, o di giudicare dell' esito di quelli, che da altri vengono proposti. Nelle dispute, che sopra tali materie insorgono non pure nel Bolognese (le cui calamità anno data occasione di coltivar quivi più, che altrove, o piuttosto quivi anno da principio fatto nascere sì fatto studio) ma nel Ferrarese, nella Romagna, nella Toscana, in Roma, ed in altre parti d' Italia, si citano i suoi insegnamenti, e si rispetta la sua autorità; ne io so veramente se fra tanti ritrovamenti, che da un secolo in qua ha prodotti lo studio, e l' ingegno de' nostri, o degli stranieri matematici, alcuno mostrar se ne possa di maggior profitto, e di uso più immediato alla società degli uomini (al cui vantaggio parmi, che dovessero indirizzarsi gli studj, che s' intraprendono da chiunque ne è parte) d' una scienza, mercè cui si ponno oggimai non più alla cieca, ma colla scorta di qualche principio, intraprender' opere grandi intorno alle diversioni, e ad ogni altro regolamento di acque correnti.

Non è già, che per tutto ciò io pretenda, che in quest' opera sia stato esausto un sì vasto argomento, ne prescritto in essa un termine agli studj de' posteri; anzi confesso, che sebbene dopo di essa niente, che io sappia è stato aggiunto alla dottrina degli alvei, potrebbe per avventura qualche elevato, e felice ingegno andar più oltre colle speculazioni, e da termini generali, entro i quali pare, che l'Autore si sia contenuto, avanzarsi a qualche cosa di più

spe-

ſpeciale, riducendo a miſura quegli effetti, de' quali egli ha ſolamente per così dire conſiderate le proporzioni.

Si può co' fondamenti ſpiegati in queſto trattato predire, che un tal fiume congiunto ad un tal'altro ne ſcemerà la pendenza, e ne aumenterà la larghezza, ma già non ſi potrebbe determinare fino a qual ſegno ſia per giugnere ne l' allargamento, ne l'eſcavazione. Si può prevedere, che un torrente ſaſſoſo mandato a ſcorrere ſopra una pianura ſi formerà per mezzo di eſſa un' alveo curvilineo colla concavità rivolta in alto, ma non ſi ſaprebbe già delineare in un profilo la giuſta miſura di quella curva, che la natura è per preſcrivergli. Queſti, ed altri molti problemi, che nella pratica ſarebbero veramente di un'incredibile utilità, ſono ancora riſerbati all' induſtria degli idrometri. Si può ben credere, che l' Autore ne abbia conoſciuta l' importanza, ma inſieme ne avrà ravviſata la difficultà; e biſogna anco aggiugnere, che alcuni fra eſſi ſono di tal natura, che quando ſi aveſſero metodi per riſolverli, ove non ſi inventaſſero prima altre regole per accertare tutti que' dati, che dovrebbero preſupporſi a tali ricerche, poco ſarebbe il profitto, che nella pratica ſe ne potrebbe ſperare.

Dopo tutto quello, che ſi è detto in propoſito di quella parte del preſente libro, che riguarda gli alvei, e che tutta è d' invenzione dell' Autore, renderà forſe maraviglia a chi leggerà le noſtre annotazioni lo ſcorgere, che eſſe per lo più ſpettino a quell'altra parte, che verſa ſopra il moto delle acque, e che da tanti altri era ſtata trattata. Non ſarà tuttavia difficile intenderne la ragione ſe ſi rifletterà a ciò, che poc'anzi ſi è accennato, cioè non avere finora queſta parte per fondamento altro, che mere ipoteſi, e conghietture.

Quanto più incerti ſono i principj, ſu' quali una ſcienza è ſtabilita, tanto più d' oſcurità, e di difficultà conviene, che ne contraggono i dogmi, e tanto più di materia ſomminiſtrino da meditarvi ſopra, e da farvi annotazioni. Veramente egli parve, che nel libro della miſura delle acque correnti ſi perſuadeſſe l' Autore di aver già trattata queſta parte con tale evidenza, che i principj da lui ſtabiliti ſi doveſſero riputare qualche coſa di più, che ſemplici ipoteſi. Ciò non oſtante ſi vedrà nelle note preſenti, e ſpecialmente in quelle del primo, e del 4. capo, a quali difficultà poſſano eſſere ſoggetti, e quanta ragione abbiano gli ſcrittori di deſiderare, che tali principj ſi mettano in maggiore certezza col paragone degli eſperi-

rimenti, che soli ponno decidere intorno alla loro sussistenza. Io non ho voluto dissimulare le dette difficultà, anzi non mi sono guardato di allontanarmi in qualche caso, ove la materia lo richiedesse, dal sentimento dell'Autore, il che ho stimato di poter fare salvo l'onore, che io debbo alla memoria di un tant'uomo, il quale ho eziandio il titolo di rispettare come maestro. Per altro ben sono persuaso, che se alle regole per esso stabilite non si dee dare, che il nome d'ipotesi, queste sieno per lo meno tanto verisimili quanto alcun'altra, che da alcuno sia stata adottata, e ciò pure si mette in chiaro nelle stesse annotazioni.

Siccome ad imitazione dell'Autore ho inteso di adattarmi in ciò, che ho scritto anco alla cognizione di quelli, che non sono più, che mediocremente introdotti negli studj delle matematiche, così mi sono astenuto da entrare in ricerche talmente profonde, che per venirne a capo fosse indispensabile l'uso della più sublime geometria, e tanto più, che nella professione di quest'arte ho osservato non essere, che assai rari i casi, ne' quali faccia d'uopo ricorrervi, e molto meno quelli, ne' quali siano necessarj i calcoli algebraici, che non sarebbero stati intesi da molti capaci per altro d'intendere perfettamente quest'opera.

Ben so, che non ostante il pregio in cui meritamente è tenuto il presente trattato di poco conto sarà riputato da alcuni il mio assunto, non tanto a riguardo del libro stesso in particolare, quanto per quel discredito, in cui generalmente tengono tutte le dottrine teoriche sopra tal materia persuasi, come sono, che trattandosi d'affari d'acque non vi sia bisogno, che d'una mera pratica.

E certamente chi negasse, che la pratica non sia indispensabilmente necessaria per mandare ad effetto quei lavori (quali si sieno) che occorre di fare intorno a' fiumi, agli scoli, a' canali, o ad altre acque, poco senno dimostrerebbe, vedendosi tutto giorno opere ben' intese mancare del loro servigio per essere state commesse a chi non aveva bastante capitale di pratica per eseguirle. Richiede senza dubbio ogni regola di prudenza, che il carico dell'esecuzione si commetta più, che ad altri a chi per lungo uso ha potuto osservare, ed apprendere quali facilità, o quali difficultà si sogliono incontrare su i fatti, e come profittando di quelle si possano sfuggir queste con risparmio di danaro, e di tempo, e con vantaggio dello stesso lavoro. Aggiungasi, che ne' libri teori-

ci

ci poco, o nulla d'ordinario si trova scritto, ne intorno a materiali, ne intorno alle manifatture de' lavori; nulla a cagion d'esempio intorno al modo di pestare, spianare, e render consistente la terra alzata in argini; nulla intorno alle scarpe da darsi alle escavazioni, alle arginature, alle ripe, secondo le qualità de' terreni; nulla intorno alla scelta d'uno più, che d'un'altro legname, ne alle grossezze, ne alle lunghezze, ne alle fitture de' pali, ne alla maniera d'incatenare, ne di riempiere, ne di rinvestire pignoni, sassaje, od altri ripari; nulla insomma di molte, e molte cose, che voglionsi necessariamente sapere da chi si mette a far' opere di tal natura. E sebbene sarebbe desiderabile, che alcuno esperto ingegnero dasse al pubblico un trattato compito, e metodico sopra tali particolarità (delle quali solamente qualche cosa si legge nelle opere del Baratteri, negli scritti del Meyer, ne' discorsi del Sig. Viviani, e in pochi altri) nulladimeno chi colla propria sperienza tali notizie si fosse acquistato di gran lunga sarebbe da anteporre a chi stimasse di averle bastantemente apprese colla semplice lettura degli altrui libri.

Ma all' incontro, che la nuda pratica dia cognizioni bastanti per ben concepire un progetto di qualche momento in questo genere, non si può concedere, se pure non si cambiasse come alcuni fanno ciò, che propriamente è pratica con ciò, che è vera teorica. Per avvedersi di ciò basta chiedere a quelli, che tutto stimano doversi rimettere a' pratici, se essi credano, che un pratico proponendo per avventura alcun suo pensiero in ordine a un taglio, a una derivazione, a una diversione, o ad altro regolamento d'un fiume, parli totalmente a caso; perciocchè se così pensassero, poco mancherebbe loro per intendere, che quel tale non è ne teorico, ne pratico, ma al più, quando la riuscita del lavoro si trovasse rispondere all' intenzione, potrebbe chiamarsi un'indovino. Se poi reputano, ch'egli parli col fondamento di qualche ragione, allora egli fa gran torto a se stesso intitolandosi pratico; al contrario egli è teorico senza accorgersi di esserlo, perocchè alla teorica, e non alla pratica appartiene il riferire gli effetti alle loro cagioni, e dalla cognizione di queste prevedere quali debbano riuscir quelli; e tutto lo scrupolo, che sopra un tal'uomo potesse rimanere sarebbe, che egli nel ragionare, che ha fatto avesse per disgrazia mal ragionato, nel qual caso niuno

dovreb-

dovrebbe biasmare, se altri studiasse quegli Autori, che pretendono d' insegnare a ragionar meglio di lui. Che se per ultimo stimeranno non parlar' egli ne a caso, ne con fondamento di ragione, ma con quella sola cognizione, che può dargli l' esperienza d' altri simili casi da lui veduti, allora se veramente in cotesti casi concorrevano tutte senza eccezione le stesse stessissime circostanze, che concorrono nel caso, di cui si tratta, non pure convengo, che il suo giudicio debba preferirsi a quello di qualsivoglia teorico, ma dico non esservi al mondo alcun' uomo ne teorico, ne pratico, a cui si debba affidare un tale affare, che a lui solo, a cui è toccata la rara sorte di vederne il successo in tante individuali esperienze; ma se qualche circostanza è varia da un caso all' altro, forza è, o che egli arrischi un tentativo della sua pratica, o che torni a far da teorico adducendo una ragione per cui sia ben sicuro, che la diversità di quella circostanza non possa cangiare la riuscita dell' opera.

Tanto ho stimato opportuno di dire per aprire, se possibil fosse, gli occhj ad alcuni, che in negozj d'acque si fanno beffe d'ogni studio teorico, ingannati da questa popolare, ed antica ciancia, la quale non pure va tutto giorno per le bocche di coloro, a' quali giova, che così si creda, ma talvolta arriva a trovar fede, e a sedurre il giudicio anco di quelli, che più anno interesse di non prendere in ciò degli abbagli; concordando io per altro, e concedendo di buona voglia, che in simili affari siccome a nulla serve una pratica troppo cieca, così resti inutile una teorica troppo astratta, e che la perfezione debba consistere in un giudicioso accoppiamento dell' una coll' altra.

Possiamo tuttavia rallegrarci, che a' tempi nostri i periti, e gli ingegneri più saggi nella nostra Italia, fatti accorti della necessità di unire insieme cotesti due studj, abbiano cominciato a gustare colla frequente lettura di questo libro quei fondamenti teorici, che per l' addietro parevano trascurarsi dai più di loro. Il che se continueranno a fare, non dubito, che non sieno ben tosto per ridursi a tale di aver' essi minor bisogno di matematici per l' invenzione, di quello, che i matematici abbian bisogno di loro per l'esecuzione delle più importanti intraprese in materia d' acque.

A' BENIGNI LETTORI.

HO considerato più volte, dacchè provenga, che le proposizio-
ni matematiche restino provate con ragioni cotanto ferme,
che meritino nome di dimostrazioni, e sforzino gl' ingegni
degli uomini all' assenso; laddove le fisiche non ammettono, se non
motivi probabili, che non oltrepassano la sfera del verisimile.
Negli andati tempi, quando i filosofi si fermavano su la cortec-
cia de' soli nomi, e assegnata che aveano per cagione d' un'
effetto naturale, o una virtù, o una facoltà, o una qualità,
sembrava loro d' essere arrivati all' ultimo termine del sapere, era
facile il credere, che la diversa natura degli oggetti della fisica,
e della matematica, potesse riputarsi autrice dell' incertezza dell'
una, e dell' evidenza dell' altra; a' nostri giorni però, ne' quali
gli uomini penetrando più a dentro, e fino al midollo delle
cose, hanno cominciato ad assegnare per cagioni degli effetti
della natura, non più ideali virtù; ma in luogo loro la grandez-
za, la figura, e il moto de' primi componenti materiali, non può
dirsi, che l' incertezza della fisica abbia origine dall' oggetto di
essa, quale s' innalzi di gran lunga sopra quello delle matemati-
che; essendo che la grandezza, e la figura sono pure gli oggetti
della geometria, siccome il moto si è quello della meccanica.

Pertanto sempre più resta con gran ragione da dubitare, e
da ricercare maturamente, d' onde nasca, che, sebbene restano oc-
cupate, l' una, e l' altra di queste due scienze, in trattare dell'
oggetto medesimo, nulladimeno la matematica si è tanto avanza-
ta, e tutto 'l giorno così va avanzandosi, che sembra di non avere
limiti alla sua estensione, ove al contrario, la filosofia natura-
le, abbenchè nel secolo presente abbia fatto qualche progresso,
tuttociò resta così indietro, come se non avesse alcuna connessione
colla matematica suddetta: e pure bisogna confessare, ch' essa è
obbligata di riconoscere tutto 'l suo, qualsisia, accrescimento dall'
attenzione, che hanno avuta i matematici d' impiegare in van-
taggio della medesima, le regole della geometria, e della mec-
canica.

Considerando perciò, che i matematici gelosissimi dell' evidenza
delle proposizioni, richiedono ne' loro supposti una perfetta astrazio-
ne

ne da tutto ciò, che può alterare le conseguenze delle dimostrazioni, il che per fare, assumono delle idee puramente intellettuali, nelle quali non cade alcuna, benchè menoma imperfezione; ove al contrario, i fisici sono tenuti d' ammettere ne' loro supposti tutto quello, che concorre, o che può attualmente concorrere alla produzione d' un' effetto, mi son persuaso di riconoscere in ciò l' origine dell' incertezza della filosofia naturale; e mi sono confermato in tale credenza col riflettere, che in quelle scienze, nelle quali i matematici prendono a discorrere d' oggetti fisici, come sono l' ottica, le mechaniche, l' astronomia &c. si contentano, che le loro proposizioni si verifichino, dentro una certa latitudine, ed in teorica, poco curandosi, se l' esperienza fa riscontrare nell' applicazione delle medesime, qualche picciola diversità: ed in fatti non sono state ricevute nel numero delle matematiche, anche miste, se non quelle scienze, che hanno un' oggetto assai semplice, le cui affezioni dipendono, o da una sola, o da poche cagioni; e che ponno essere poco mutate dalle resistenze, e dall' impurità della materia.

La multiplicazione adunque delle circostanze dalle quali, o si produce, o si varia, o s' accresce, o si scema un' effetto, è quella, che apporta tutta la difficoltà di provare le proposizioni fisiche, colla stessa evidenza, colla quale sono dimostrate le geometriche: ed in ciò non v' ha dubbio veruno; poichè chiunque ha avuta mano in cercare delle verità spettanti alla quantità anche astratta, sa bene per prova, quanto difficile si renda il metodo di rinvenirle, quando i supposti si multiplicano oltre il dovere; e non per altro riescono facili gli elementi d' Euclide in proporzione della geometria più recondita, se non perchè le loro proporzioni, il più delle volte, poc' altro suppongono, che la sola idea, o diffinizione della figura, e se talvolta v' è qualche cosa di più, non dà tormento all' immaginazione per essere concepita: al contrario riesce astrusa la ricerca della natura delle linee di più alto grado, solo perchè i supposti s' accrescono di numero; e perciò è d' uopo di facilitarne i metodi coll' analisi, che serve d' appoggio, o, com' altri dicono, d' estensione all' immaginativa.

Se dunque nella più astratta geometria, il multiplicare i dati serve ad accrescere la difficultà di rinvenire ciò, che da quelli

può derivare; quanto più tal multiplicazione avrà luogo, in rendere difficile la ricerca degli effetti naturali, e delle regole, con che opera la natura? posciachè, posta sempre la cagione medesima, e parimenti il medesimo soggetto, nel quale dee prodursi l' effetto; anzi data la cognizione di più cagioni insieme operanti, ciaschedune colla sua energia; e supposta la cognizione del soggetto in ordine a tutte le circostanze, nelle quali esso si trova; dato in oltre per conosciuto il concorso del mezzo, e di tutto ciò, che può estrinsecamente fomentare, o alterare, o impedire l' effetto; non è già impossibile, assolutamente parlando, (abbenchè oltre ogni credere, difficilissimo) di trovare per via di dimostrazione ciò, che ne dee succedere, quando tutto il predetto debba operare per necessità di natura; ma non può finalmente aversi in tutti i casi, veruna sicurezza, che tutto quello, che una volta ha cooperato a produrre un' effetto, debba altresì concorrervi un' altra; e che non si varj per conseguenza l' effetto medesimo.

Questa, e niun' altra, è la cagione, per la quale i medici hanno bel dare delle regole generali, concernenti alla curazione de' mali, ed al pronostico de' medesimi; perchè ad ogni modo rade volte si troverà, che si verifichi universalmente alcuno de' loro aforismi, abbenchè sia esso stato dedotto immediatamente dall' osservazione: e questo anche è il perchè resta screditata la chimica in molti de' di lei più rinomati esperimenti, come pure nota il famosissimo Boile nel suo Libro de Infido experimentorum successu.

Quindi è, che per discorrere dell' opera della natura, non si può batter' altra strada, che quella, o di considerare le cose individualmente; o pure, volendo formare delle proposizioni universali, di porre fra' supposti quelle sole cagioni, che più frequentemente concorrono a dar l' essere a un nuovo prodotto, e lasciare al discernimento di chi vuole applicarle, la cognizione dello stato individuale di ciascun caso; acciocchè, riflettendo alle ragioni, possa dedurne, se, o lo stabilito nella proposizione sia in tutto applicabile; o pure se alcun' altra circostanza non considerata nella dimostrazione, possa alterare in qualche parte la verità della medesima; quando però non si voglia procedere per una via puramente matematica, quale è quella di prescindere da tutte le circostanze estrinseche, e di considerare l' effetto, co-

me

Pagina: XIII

me se fosse dalla sua cagione prodotto nel voto, o dentro d' una materia perfettamente omogenea, il che quantunque possa praticarsi rispetto a certa sorta d' oggetti, che operano con una somma semplicità, come sono il raggio della luce, i tremori del suono, il moto de' gravi &c. non è però sempre praticabile, rispetto a quelle cagioni, che hanno un' operar più composto, e più soggetto alle alterazioni.

Ho voluto prepararvi l' animo, miei benigni lettori, col farvi conoscere la cagione dell' incertezza della fisica, acciocchè vediate quello, ch' avete da promettervi di me nell' opera, che ora dò in pubblico sopra la Natura de' fiumi. E' questa un trattato fisico per quello, che risguarda l' oggetto, che ne meno è de' più semplici; ma il medesimo, rispetto al modo della considerazione, non lascia di appartenere in qualche maniera alle matematiche; avete dunque da prefiggervi nella mente, di non aspettare da me, nè in tutte le dimostrazioni, quel rigore, che di ragione esigereste da un geometra, nè in tutte le proposizioni, quell' universalità, colla quale sono proferite le asserzioni più astratte. Io vi diedi, alcuni anni sono, la misura dell' acque correnti, nella quale so d' aver camminato con più di rigore, dal che fui obbligato a prescindere dagl' impedimenti, da' quali, o non mai, o quasi mai, va scompagnata l' acqua, che corre per li canali; ma ora, che ho voluto darvi una teorica de' fiumi, non poteva io farlo con una perfetta astrazione, senz' incorrere la taccia di fingermi una materia diversa da quella, della quale si vale la natura nel formare gli alvei a' fiumi medesimi. Quindi è, che necessariamente ha bisognato mettere a conto gl' impedimenti, i quali, perchè sono di tante sorte, e di così diversa natura nell' operare, che riesce moralmente impossibile il ridurli in classi particolari; perciò m' è convenuto considerarli nel loro genere, e dedurne ciò, che i medesimi possano, secondo le circostanze, tanto in alterare il corso dell' acque, quanto in produrre altri effetti, che sembrano maravigliosi. Non mi do già a credere di avere esaminati tutti i casi possibili, o considerate in ognuno di essi tutte le circostanze, che loro ponno avvenire; essendo, e quelli presso che infiniti, e queste troppo variabili; bensì penso d' avere spiegati gli effetti, che più universalmente si riscontrano ne' fiumi, e d' avere dimostrata la connessione, che hanno i medesimi colla

le loro vere cagioni. Nel far ciò credo eſſermi riuſcito di ſcoprire molte proprietà degli alvei, per l'avanti affatto ſconoſciute, la cognizione delle quali porgerà a' profeſſori molto di lume alle occaſioni, per tenerſi lontani da quegli errori, che per lo paſſato hanno prodotti ſconcerti grandiſſimi; e darà l'apertura a' medeſimi di eſaminare i loro progetti prima di proporli, poſcia di eſeguirli colla ſcorta della ragione. Biſogna confeſſare, che l'architettura dell'acque ha camminato ſin'ora con piede poco ſicuro, a cagione del non avere mai trovato, chi le dia l'appoggio delle ſcienze neceſſarie; dal che ancora è proceduto, che la medeſima è ſtata ripiena di falſi ſuppoſti, e d'equivoci. Io mi laſingo, d'averne ſcoperti molti; e per conſeguenza di avere levati altrettanti inciampi alla felicità del di lei progreſſo, che giova ſperare ſia per ſuccedere maggiore alla giornata, ſe i matematici impiegheranno la meccanica, la ſcienza del moto, e la geometria (ſcienze affatto neceſſarie) all'avanzamento della medeſima; e s'accertino di poter farlo con frutto, particolarmente ſi travaglieranno attorno quella parte delle meccaniche, la quale ſin'ora non è ſtata toccata da altri, che dal Sig. Newton inſigne matematico Ingleſe; ma non in maniera da poterſene valere in propoſito de' fiumi. L'utilità della materia può perſuadere ognuno ad intraprenderne la fatica; poichè difficilmente troveraſſi altra parte della fiſica, la cognizione della quale, più di queſta, ſia neceſſaria agli uſi degli uomini, eſſendo pochi i paeſi, che, o da' fiumi non ricevano danni; o da' medeſimi non ne ricavino utile, a miſura delle condizioni diverſe de' fiumi ſteſſi, e dell'arte, colla quale i popoli ſ' applicano alla loro condotta.

Quanto a me, ſo d'avere impiegato tutto lo sforzo poſſibile per promuovere queſta ſcienza; ma non ho potuto farlo, che in piccola parte, e rozzamente; perchè avendola trovata quaſi affatto incolta, m'è biſognato ſuperare quella maſſima difficoltà, che ſuole incontrarſi nello ſtabilimento delle ſcienze nuove. Ciò, che di buono mi ſia riuſcito di fare, io non lo ſo; ſo bene di non avere avuta altra mira in queſto mio aſſunto, che di cooperare alla pubblica utilità; e perciò, quando non vi foſſe altro di conſiderabile in eſſo, vi ſarà almeno il motivo di averne ſcritto a tal fine, e ſodisfatto all'obbligo, ch'a tutti corre di adoperare il proprio, qual ſi ſia, talento in pubblico vantaggio. Queſto motivo medeſimo m'ha fatto uſcire, di quando in quando, dalla pura ſpeculazione teori-

rita, coll' aggiungere delle regole attenenti alle principali operazioni dell' architettura dell' acque, acciocchè i professori di essa possano, leggendole, ridursi alla memoria ciò, che principalmente merita d' essere considerato nell' esecuzione delle medesime. Ho procurato altresì di rendermi chiaro, quanto ho potuto, sì ne' motivi delle dimostrazioni, tra' quali ho perciò scielti i più facili, e i più famigliari; sì nella frase, nella quale non ho avuto altro oggetto, che la chiarezza; sì finalmente nelle figure, che voi dovete interamente all' aggiustatezza del Signore Egidio Bordoni, che nel delineare le medesime, ha voluto, oltre il renderle intelligibili, anco ornarle, col dare sfogo al suo pulito disegno: mentre io, per altro, non avrei saputo darvi, che rozzi sbozzi di pure linee, non bastanti a rendere pienamente instrutti del mio sentimento tutti quelli, che, o per genio, o per professione, s' applicassero alla lettura del libro.

Rispetto al metodo, voi vederete, che ho distesa la materia in quattordici Capitoli, divisi, per una parte di essi, in diverse proposizioni provate colle più limpide ragioni, che ho saputo, dalle quali ho dedotti gli opportuni corollarj: contengono, e quelle, e questi, le principali proprietà de' fiumi, le quali hanno poi servito di base a molte considerazioni, parte, o inserite tra le proposizioni medesime, o aggiunte nel fine de' capitoli; e parte disposte sotto capi particolari. Avrei potuto molto più abbondare nel numero delle proposizioni; ma per isfuggire la soverchia lunghezza, mi sono contentato di portare, in luogo loro, le semplici asserzioni, aggiungendovi in succinto i motivi per prova: e tanto ho creduto bastare a chi avrà inteso le cose precedenti; il che parimente ho praticato rispetto alle regole, date per direzione della pratica. E perchè possano facilmente trovarsi, anche scorrendo il libro, le asserzioni sparse quà, e là; in luogo di annotazioni marginali, ho fatto porre in carattere corsivo ciò, che ho creduto più particolare. Per fine voglio avvertirvi, che una gran parte delle proposizioni non solo sono fondate sulle ragioni, che ho addotte in prova di esse; ma in oltre sono le medesime confermate dall' osservazione, e dall' esperienza: poiche con questi mezzi son' io arrivato a conoscerne la verità nelle occasioni, che fin' ora ho avute frequenti, di osservare, e considerare, e speculare ad un tempo, sopra gli effetti de' fiumi; di far prendere le misure delle cadute di essi &c. Avrei

potuto addurvi le predette osservazioni in prova delle proposizioni medesime; ma perchè non l' avrei fatto, che rispetto a quelle de' fiumi, al più, dell' Italia, ho voluto piuttosto valermi di ragioni più generali, ed astenermi dalle predette, col lasciare, che ciascuno ne' fiumi del suo paese ne riscontri la verità, che servirmi di prove, e d' osservazioni particolari, che nè meno sarebbero state intese da' forestieri. Gradite, benigni lettori, quest' effetto del mio buon desiderio d' impiegarmi in pubblico benefizio. E vivete felici.

Avviso al Legatore.

Le tavole delle figure si dovranno mettere tutte alla fine del libro coll' ordine de' loro numeri, legandole in modo, che all' aprirle avanzino in fuori per tutta la larghezza dell' intaglio.

TRAT-

TRATTATO
Della Natura de' Fiumi.

CAPITOLO PRIMO.

Della natura de' Fluidi in generale, e spezialmente dell' Acqua, e delle di lei principali proprietà, necessarie a sapersi per la perfetta cognizione di questa materia.

NON è possibile a veruno (per quanto io creda) il ben' intendere la Natura dell'Acqua, se prima non ha ben capita l'essenza, e la constituzione de' corpi fluidi in generale, atteso il doversi quella, senz' alcun dubbio, connumerare fra questi. Per arrivare adunque a tale notizia dee ricercarsi prima ciò, che s'intenda sotto nome di corpo fluido, e secondo, ciò che debba avere realmente, e fisicamente quel corpo, che tale viene denominato; o, che è lo stesso, quale sia la mentale, e quale la fisica Idea della fluidità. Per rinvenire e l'una, e l'altra io la discorro così. Può avvertirsi da ognuno, che i Corpi tutti dell'Universo, si concepiscono dagli Uomini, secondo l'apparenza, o come uno, o come molti, e perciò alcuni vocaboli sono determinati a significare un solo individuo, come *Sole*, *Terra &c.* ed altri ad esprimere una congerie de' medesimi, come *Esercito*, *Selva*, *Popolo &c* Abbenchè però questi ultimi sempre partecipino in qualche modo la ragione dell'unita, non vi è però, chi non sappia, non essere questi, che

 moral-

moralmente, un solo individuo; ma bensì un composto indefinito di molti: non così de' primi, ne' quali si concepiscono dal volgo le parti come unite al suo tutto, insieme continuate, e quasi cospiranti alla formazione di esso, che perciò è concepito come una cosa sola indistinta in se medesima, e distinta da tutte le altre. Quegli però, che non si fermano del tutto nella corteccia delle notizie volgari, apprendono bene, che tutto ciò, che viene loro rappresentato da' sensi sotto specie d'un solo individuo, non è, che un rammassamento di parti più picciole, una distinta dall'altra, e che unite insieme concorrono alla costituzione del tutto.

Queste parti componenti, o sono così unite una all'altra, che ripugnando all' essere separate, proibiscano, che un'altro corpo passi fra esse, o no. Nel primo caso i composti si chiamano duri, e quando fosse tale l' unione, ed il contrasto ad essere separate, che non potesse da veruno Agente naturale essere superato, si direbbero i composti avere una perfetta durezza; ma perchè non se ne danno di tal sorta, quindi è, che i corpi naturali si chiamano duri rispettivamente, più, o meno secondo la diversa resistenza, che fanno le loro parti ad essere separate; e perciò nel secondo caso, permettendo li corpi naturali, che le loro parti siano separate una dall'altra, ciò può farsi in due maniere, o in modo, che quelle, che restano, non mutino la situazione, e i toccamenti, che hanno fra di se; o pure, che in luogo di quelle ne sottentrino successivamente delle altre consimili. I primi si chiamano corpi consistenti, e i secondi corpi liquidi; e perchè può essere, che le parti, le quali restano nel composto, nè ritengano la primiera situazione, nè entrino immediatamente in luogo delle perdute; quindi è, che bisogna aggiungere una terza affezione participante in un certo modo, e della liquidità, e della consistenza, che si chiama mollizie, o lentore, siccome i corpi, che la possiedono, molli, o lenti.

Dovrà dunque chiamarsi corpo liquido quello, che, essendo considerato come un solo, è permeabile da un'altro corpo in modo però, che il permeante sia sempre circondato dalle parti di esso; cioè a dire, che queste concorrano immediatamente a riempire il luogo successivamente lasciato da quello: e questa sarà l' Idea mentale idonea a farci distinguere i corpi liquidi da quelli, che non sono tali.

Per maggiore intelligenza di che, si dee avvertire, che alla liqui-

quidità si ricercano due condizioni essenziali; La prima è l'unità della sostanza apparente nel corpo, che si chiama liquido; posciachè manifestandosi esso come una congerie di corpi minori distinti, non così facilmente sarà chiamato dall'universale degli Uomini Corpo liquido; ma bensì una massa di più corpicciuoli, come si dice de' cumuli, di arena, di miglio, e simili, i quali abbenchè abbiano qualche proprietà de' corpi liquidi; nulladimeno non ne partecipano il nome; e ciò nasce, perchè la denominazione, che si dà loro, è propria del componente, che apparisce al senso, e non del composto; & all'incontro ne' corpi chiamati liquidi, il nome si dà al composto, non alla parte componente, che per essere insensibile non ha avuta la sorte di essere significata con un vocabolo particolare. Di quì nasce, che per la sensibilità, o insensibilità delle parti componenti sono distinti i corpi liquidi da i cumuli, o masse predette, che è una differenza affatto accidentale, e desunta dall' imperfezione de' nostri sensi; mentre per altro non può, che secondo il più, e il meno distinguersi l'essenza de' primi da quella de' secondi. Pure a fine di stare colla significazione comune del vocabolo di *Liquido*, è necessario richiedere in esso, come condizione essenziale, l'unità.

L'altra condizione è, che il liquido sia permeabile, senza però lasciare aperto il luogo del passaggio, che è lo stesso, che dire; che il corpo permeante sia sempre circondato, ed abbracciato dal corpo permeato. In questa condizione però vi sono alcune apparenti difficoltà, perchè non potendo succedere il liquido nel luogo abbandonato dal permeante, che per causa di un conato vicendevole, che abbiano tutte le parti componenti fra loro; supponendo separato da esse questo conato, non potrebbero, che seguitare le direzioni de' moti impressi dal permeante, e così in molti casi non succederebbero nel luogo di esso; onde è, che tal composto non dovrebbe più chiamarsi liquido, e pure non pare, che si muti essenzialmente la di lui natura. Ciò però non ostante egli è evidente, che in tal caso non potrebbe esso chiamarsi, che un corpo semplicemente permeabile: poichè in sostanza la liquidità è così connessa col moto, o almeno con la potenza motiva delle parti, che non può, ne meno dall' intelletto, separarsi da esso. Pare in oltre, che un corpo possa passare per mezzo di un'altro con moto così tardo, che sebbene questo non si chiami liquido, nulladimeno però possa

sempre tenerlo circondato durante il suo passaggio; ma può dirsi, che non basta, che ciò succeda rispetto ad un certo grado di velocità nel permeante; ma bensì rispetto a tutti li possibili, e che sia un' indizio di lentore non di una vera liquidità il circondarsi sempre il corpo permeante, quando questo si muove tardamente, non quando si muove più veloce. E se bene può per lo contrario intendersi tal grado di velocità nel corpo permeante, che non possano immediatamente portarsi ad abbracciarlo le parti del liquido: si dee avvertire, che ciò sarebbe necessario in un corpo perfettamente liquido, ma non negli altri, a' quali s' attribuisce maggiore, o minor grado di liquidità, secondo che più, o meno prontamente le loro parti succedono nel luogo del permeante; e perciò la liquidità anch' essa è una affezione relativa. Pochi perciò, per non dire nessuno, sono i liquidi, che non abbiano qualche lentore, il quale per appunto si discerne fra gli altri motivi, anche da quella poca difficoltà, che impedisce le loro parti d' unirsi al di dietro de' corpi, che dentro di essi si muovono.

Vogliono alcuni, che tutte le parti della materia siano gravi, cioè, che abbiano un conato intrinseco, o se non tale, almeno originato da una cagione perpetuamente operante, che le spinga verso un punto determinato, il quale si chiama Centro de' gravi. Ma altri ammettendo bene, che nel Mondo sublunare la materia tutta sia affetta di questo conato, lo niegano alla materia celeste, alla quale danno alcuni una certa tendenza verso il Sole. Io non voglio entrare quì a decidere questa controversia; ma supponendo almeno come possibile, che la materia non sia tutta grave, bisogna dire, che vi possano essere fra liquidi altri gravi, & altri no. I primi, perchè hanno la loro tendenza al centro, che li obbliga ad accostarsi, quanto più ponno, al medesimo, e perciò (trovandosi liberi da gl' impedimenti) a portarsi verso di esso con una maniera di moto, la quale con vocabolo latino si dice *fluxus*, si chiamano perciò specialmente fluidi; ma gli altri liquidi, che non sono stati creduti dagli Uomini, affetti di gravità, come l' Aria, e l' Etere, sono stati da' più accurati detti semplicemente corpi liquidi, o spirabili, avendo loro negato il nome di fluidi, perchè gli hanno creduti inetti a fluire. Ciò che siasi di questa distinzione io osservo, che tra fluidi, cioè liquidi gravi, fra' quali annovero l' Aria, con la comune de' più sensati Fisici, altri sono compressibili, ed altri nò; cioè a dire, altri

tri ponno da una mole maggiore ridursi ad una minore senza alcuna perdita della propria sostanza, ed altri contro qualunque sforzo mantengono la loro quantità senza accrescerla, o sminuirla, che coll' addizione, o detrazione d' altra materia. L' aria è il solo fluido compressibile, o elastico, che si abbia, per quanto sin' ora si sà, nella Natura; tutti gli altri sono incompressibili, come l' Acqua, l' Olio, il Vino &c. e se bene pare, che alcuno di essi sopporti qualche picciolissima, & insensibile compressione, ciò probabilmente nasce delle minime bolle di Aria, che stanno racchiuse nella tessitura delle parti di esso.

* Ma egli è omai tempo, che dall' Idea puramente mentale, che abbiamo portata del liquido, passiamo a darne l' Idea fisica, cercando, quale sia la Natura di esso, idonea non solo a rendere la ragione della prima, ma anche di tutte le altre proprietà, che ne' liquidi si manifestano. Noi abbiamo detto, che il liquido è quello, che è permeabile da un' altro corpo, di maniera, che il permeante sia sempre circondato da esso; bisogna adunque, che il liquido s' accomodi sempre alla superficie del corpo permeante, ed acciò, che questo siegua, è necessario, che le parti di quello siano spinte verso il luogo abbandonato da questo. Tale spinta può essere cagionata o dal moto del medesimo permeante, dal quale (impressa che sia alle parti immediatamente contigue, & opposte alla di lui direzione) venga poi comunicata successivamente alle altre, e ribattuta dalle resistenze trovate, all' indietro, in maniera, che si faccia una circonpulsione sino al luogo abbandonato dal mobile, come può succedere ne' puri liquidi: o pure può essere originata da qualche principio interno, o universale, come dalla gravità, o dalla forza elastica ne' corpi fluidi. In questi comeche la facilità di accommodarsi alla figura del mobile nasce da uno de i due accennati principj, così è necessario, che da questi medesimi derivi una simile pronta disposizione di accomodarsi alla figura di un Vaso, che li contenga, senza la resistenza del fondo, e sponde del quale la muterebbero, sino a figurarsi sfericamente attorno al centro de' gravi, o pure sino a quietarsi in un' altro Vaso, che li contenesse; Quindi è, che la fluidità strettamente presa può definirsi, come fece Aristotele, per una pronta disposizione, che hanno i corpi di accomodarsi alla figura de' continenti, originata dalla gravità delle parti, che li compongono; e perciò non potendo mutarsi la figura d' un corpo,

* Annot. I.

senza

ſenza che le di lui parti mutino ſito, ed i contatti vicendevoli, o ſtriſciando una ſopra l'altra, o ſtaccandoſi d' inſieme; è neceſſario, che la conneſſione delle parti di un corpo fluido ſia o niuna, o così picciola, che la gravità di eſſe ne poſſa prontamente ſuperare il momento: dico la gravità, perchè eſſendo la forza elaſtica ſempre eguale alla comprimente, ed eſſendo queſta per lo più la gravità medeſima del fluido, o pure potendo equivalere ad eſſa; poco importa, che ſi conſideri la forza elaſtica immediatamente operante, o pure in luogo di eſſa il peſo, dal quale la medeſima prende la ſua poſſanza.

Queſto gran diſtaccamento di parti ne' fluidi, ſiccome è evidente, così è ammeſſo da tutti i Fiſici, li quali ancora convengono, che eſſo debba eſſere di maniera, che una particella non poſſa riposare quietamente, e ſtabilmente ſopra di un'altra, come farebbero due cubi; ma debba ſtare in una continua vacillazione, ed indigenza di un ſoſtegno laterale, come ſe ſi voleſſero porre più sfere, o palle d' Artiglieria una ſopra l' altra, le quali ſe bene, teoricamente parlando, ponno ſoſtentarſi, ſe li punti tutti de' contatti, e i centri di gravità ſiano in una linea retta perpendicolare all'Orizzonte; nulladimeno però per ogni, anche menoma, cagione, quando non foſſero ſoſtenute dalle bande, ſi ſconcerterebbe la loro ſituazione perpendicolare, e rovinando al baſſo cercherebbero qualche ſoſtegno. Non s' accordano però tutti gli Autori in aſſegnare la cauſa del predetto diſtaccamento; poichè altri vogliono, che ne' fluidi vi ſia una certa perenne agitazione, che tenga in continuo moto le parti tutte de' componenti di eſſi; e di fatto per iſpiegare la fuſione de' Metalli, e la liquefazione della Cera, e delle Reſine (che non ſono altro, che il paſſaggio delle dette ſoſtanze dallo ſtato di firmità, o conſiſtenza a quello di fluidità) biſogna ricorrere al moto impreſſo nelle parti di eſſe, o dal calore, o da altro; anzi nell' Acqua medeſima ſi oſſervano le veſtigia, e gli effetti d' un moto inſenſibile, come ſono la diſſoluzione de' Sali, e l'eſtrazione di diverſe tinture &c. Altri però hanno creduto non averſi veruna neceſſità di ammettere queſto moto ne' fluidi, mentre la loro Natura può egualmente ſpiegarſi per la ſola figura de' minimi componenti; come per la Sferica, Sferoidea, e ſimili, le quali, non ammettono, per qualunque verſo ſi voltino, il contatto con le vicine, che in un ſol punto, o in una ſola linea; abbenchè altri, ſecondo la di-

verſità

versità de' liquori, abbiano eletta la figura Ottaedrica, Dodecaedrica, ed Icosaedrica, e non sia mancato chi ha creduto, l'acqua essere composta di più Cilindri sottili, e flessibili a modo di anguillette, pensando, che con questa, più che con qualsivoglia altra figura si possano rappresentare, e la natura, e le affezioni tutte, che le accadono. Io non voglio farmi partigiano di alcuna delle sopradette opinioni; ma più tosto cercando di conciliarle m' appiglio a credere, che de' corpi fluidi se ne trovino di due sorti; altri cioè, ch' io chiamo fluidi artificiali, o più tosto corpi liquefatti, ed altri fluidi naturali, o liquori. I primi non si può negare, che ricevano la loro fluidità da una agitazione violenta, che sconcerta le parti, e toglie loro quell' unione, la quale per altro affettano, onde al cessare di essa agitazione ben presto ritornano alla primiera coerenza: e questi sono tutti quelli, che all' accrescersi l' energia della causa liquefaciente, sortiscono proporzionalmente maggiore fluidità, e col diminuirsi di quella la vanno perdendo; ma i secondi abbenchè non siano mai privi di moto, attesa la facilità, che hanno di ubbidire a qualunque impressione, mercè il perfetto equilibrio, in cui d' ordinario si trovano; ad esso però non devono principalmente il loro fluore, ma bensì alla figura delle proprie parti, qualunque ella sia, purchè dotata di qualche curvità: e questi si distinguono da' predetti, perchè mantengono i gradi della propria fluidità in ogni proporzione di moto, che in loro si trovi: e se vi fosse qualche fluido, come io credo ve ne siano molti, che riconoscesse il proprio essere dall' uno, e dall' altro degli accennati principj, io mi lusingherei di poterlo distinguere dagli altri due, coll' osservare i gradi della di lui fluidità accresciuti, o scemati, all' accrescersi, o scemarsi dell' agitazione, ma non in proporzione di essa.

Troppo mi dilungherei dall' assunto intrapreso s' io volessi quì mostrare, che possono salvarsi colle supposizioni predette tutti i fenomeni appartenenti alla fluidità, o più tosto valermi de' medesimi per dimostrare la verità de' supposti; solo adunque mi dò a riflettere non ricercarsi veruna determinata figura ne' componenti de' fluidi artificiali, potendo la violenza del moto superare ogni momento di coerenza fra' medesimi, o provenga questa immediatamente dalla configurazione de' minimi del composto, o pure da una pressione esterna, che produca effetto maggiore nelle figure terminate da superficie piane, e che hanno fra di se maggiori toccamenti;

camenti;

cimenti; ed in fatti non v'è sostanza, che a forza di fuoco o non si dissolva, o non si liquefaccia. Vero è, che un medesimo grado di moto può rendere fluida una sostanza determinata, e lasciare nella sua quasi primiera fermezza un'altro corpo, che richiederà un grado di agitazione molto più grande, per essere liquefatto; e ciò proviene, non dall'efficiente, che si suppone invariato, ma bensì dalle diverse circostanze, fra le quali ha gran luogo la figura delle parti, ed il modo di combinazione, che hanno fra loro medesime. Si ricerca bene in tutti li fluidi, che le parti staccate l'una dall'altra siano insensibili, di modo che non lascino fra loro apparenti interstizj, e perciò è necessario, che il moto predetto possa sminuzzare in parti simili la sostanza del corpo, s'egli deve chiamarsi un fluido più tosto, che un cumulo di frangimenti; siccome fa di mestieri, che le parti sminuzzate conservino fra loro la contiguità, se il corpo si ha da dire liquefatto, e non risoluto in varie sostanze, o in vapori; e perciò non si riducono alla fluidità per forza di fuoco violento, che le sostanze più fisse, quali sono le terree, e le minerali.

Ma ne' fluidi naturali, oltre le dette condizioni, è necessaria una determinata figura, per cagione della quale una parte non possa avere gran connessione colle vicine, quale sarebbero o la Sferica, o la Sferoidea, o altre simili; poich'egli è certo, che toccandosi queste figure in un sol punto, non ponno avere molto contatto, e per conseguenza neanche gran connessione di parti. Noi abbiamo detto di sopra, che i cumuli, o masse, per esempio, di Miglio, d'Arena, di limatura di Ferro, e simili hanno gran similitudine co' fluidi, da' quali non sono differenti, forse che nella grandezza delle parti componenti, nella diversa pulitezza delle medesime, e nella condizione della figura più regolare; e perciò vediamo, che simili cumuli tanto più partecipano le proprietà de' fluidi, quanto le granella sono più picciole, più liscie di superficie, e meno angolari; ond'è, che se noi c'imagineremo, per esempio, uno di questi cumuli formato di particelle minutissime, e per conseguenza insensibili, di figura curva, e di superficie ben tersa, di modoche non possa impedire lo strisciamento dell'altre parti sopra di se; noi avremo o un vero fluido, o almeno un'esattissimo modello di esso, senza che a renderlo tale concorra alcuna efficienza di moto.

Non occorre affaticarsi molto in cercare diverse figure, secondo

la

la diverſità de' fluidi, abbenchè il numero di eſſi ſia indefinito; perchè, trattandoſi di fluidi artificiali, o miſti, ogni figura, come ſi è detto, può ſoddisfare, potendo, la violenza del moto ſuperare quel più di reſiſtenza, che proviene dalla medeſima: e per li fluidi naturali egli è certo, che non ſono molti, ſe ſi prendono nella loro ſemplicità; e forſe fra quelli, che ſi ſanno, non v'è che l'Acqua, l'Aria, e l'Argento vivo. Per gli altri corpi fluidi può baſtare o la miſtura dell'Acqua in ſufficiente abbondanza, che li renda tali, o pure quella degli altri fluidi naturali ſopra enunciati, dipendendo ogni loro diverſità dalla varia miſtione, proporzione &c. delle materie, o ſaline, o ſolfuree, o terree, o bituminoſe, o d'altra natura. Baſta dunque di determinare la figura delle parti di detti tre fluidi, per intendere la natura della fluidità di tutti gli altri, che da eſſi la partecipano.

E cominciando dall'Acqua, egli è manifeſto per teſtimonio de' noſtri ſenſi, ch'ella è traſparente, e ponderoſa, ma non eccesſivamente; e di più, ch'ella non è compreſſibile, cioè, che non può ridurſi per forza eſterna in un luogo minore di quello, ch'eſſa naturalmente occupa, preſcindendo dalla rarefazione, e condenſazione, che patiſce nell'introdurſi, e partirſi da quella il calore. Per iſpiegare queſte affezioni, baſta ſupporre, che le parti dell'Acqua ſiano sferiche: poſciachè, per quello che riguarda la fluidità, toccandoſi le sfere in un ſol punto, egli è evidente, che i contatti ſaranno indiviſibili, e perciò, o niuna, o quaſi niuna ſarà la coerenza delle parti: La traſparenza è facile da ſpiegarſi col mezzo de' pori, che neceſſariamente devono laſciare le Sfere inſieme combinate, i quali ſaranno diſpoſti in linee ſenſibilmente rette, non potendovi mai eſſere altro divario, che il ſemidiametro di una di dette sferette, ch'è inſenſibile, e tale, che non potresſimo aſſicurarci con qualſiſia diligenza di tirare ſopra un foglio di carta una linea ben diritta, che non aveſſe ſinuoſità maggiori di quelle, che, in queſto ſuppoſto, ſi concepiſcono nella rettitudine d'un raggio di luce, che paſſi per gl'interſtizj laſciati da dette sferette: ed in fine l'incompreſſibilità, ed il peſo naſce dalla ſolidità di detti componenti, e dal non poterſi riſtringere li pori predetti.

Riſpetto al Mercurio è neceſſario ſalvare in eſſo, oltre l'eſſere di fluido, anche la grande ponderoſità, e l'opacità, il che non è così facile da ottenerſi. Noi ſappiamo, che il peſo aſſoluto de'

corpi nasce dalla quantità della materia, che li compone, ed il peso specifico de' medesimi è dovuto al più, ed al meno della materia compresa sotto una mole eguale. Egli è in oltre probabile, ed accettato da' migliori Fisici, che la diafaneità provenga dalla rettitudine de' pori, i quali si trovano nelle sostanze diafane, purchè essi siano permeabili da quella materia, che è il soggetto della luce; e perciò, o non avendo un corpo poro veruno, o avendone, se essi saranno disposti in linee sensibilmente obblique; o se pure saranno piccioli a segno, che non possa penetrarvi con libertà la sostanza eterea, che verisimilmente si crede la base della luce, o ch' ella non possa mantenere, durante il passaggio per essi, le agitazioni ricevute dal corpo luminoso; è necessario, che succeda l' opacità. Quindi è, che per ispiegare le accennate affezioni dell' Argento vivo, bisogna supporre, che le di lui parti, qualora siano semplici, & elementari (come parmi di dovere ragionevolmente asserire) posseggano tal figura, che non permetta, *se non minimi contatti*: E perchè tal sorte di toccamento produce per necessità molti interstizj, e pori; perciò non potendosi unire alla natura del fluido omogeneo la loro deficienza, o obliquità, è necessario, che essi siano picciolissimi, anzi tanto pochi, che il loro difetto basti a supplire alla prevalenza del peso specifico. Tutto ciò mi è paruto potersi ottenere, ponendo, che le parti del Mercurio siano di figura Sferoidea, ma tale, che il di lei diametro maggiore abbia una grandissima proporzione al minore, il quale debba essere non molto più grande di quello di una particola d' Etere, e ciò perchè l' interstizio resti tanto picciolo, che l' Etere predetto vi passi sì, ma non con libertà; e che perciò la di lui azione, nella quale consiste l'essenza della luce, o venga a perturbarsi, o resti insensibile. La grandezza del diametro maggiore di esso Sferoide serve ad ispiegare la ponderosità di esso, perchè sminuisce il numero degl' interstizj, e per conseguenza da luogo a maggior copia di materia.

L' unione dell' elastica, o sia compressibiltà colla natura del fluido naturale, che si osserva nell' Aria non è stata fin' ora sufficientemente spiegata. La maggior parte de' Fisici si accordano nel dire, che l' Aria è composta di parti di figura spirale, il che io non negherei; ma non sarei già facile ad approvare la spirale rivoltata intorno ad un Cilindro, o pure ad un Cono, e molto meno

no la semplice figura arcuata, perchè tal sorte di figure, o contrasta alla fluidità, o non soddisfa appieno alle condizioni dell' elastica. Quindi è, ch'io più tosto eleggerei una spirale avvolta intorno ad una sfera, di maniera, che le distanze delle rivoluzioni fossero permeabili dalla sola materia eterea, che perciò potesse riempire le capacità della Sfera medesima. Con tal supposto egli è chiaro, che si spiega perfettamente la fluidità sempre permanente dell'Aria; posciachè, si come un gran cumulo di sferette di filograna potrebbe dirsi godere qualche sorte di fluidità, così la medesima non può negarsi all'Aria, se le di lei parti siano simili ad una di quelle. In oltre è evidente la compressibilità, potendo ognuna delle rivoluzioni spirali sottentrare, o almeno accostarsi al piano della vicina, di maniera, che tale sferetta possa comprimersi, e compressa che sia, dilatarsi per la longhezza dell'asse delle rivoluzioni medesime. E perchè tali compressioni riducono la spirale predetta dalla configurazione di una Sfera a quella d'uno Sferoide, il quale è capace egualmente, che la Sfera, a produrre la fluidità, manifestamente apparisce, che l'Aria compressa, o dilatata che sia, non accresce, o sminuisce l'essere suo di fluido, ma è necessario, ch'ella lo conservi sempre; se pure non vogliamo porre tale la distanza delle rivoluzioni, che possano tutte spianarsi in un cerchio massimo della sfera medesima, nel qual caso pure dovrebbe mantenersi qualche sorte di fluidità.

La predetta figura ha un'affezione particolare, che difficilmente si trova nell'altre ipotesi, ed è, che tale spirale Sferica può essere compressa al lungo dell'asse, da qualunque lato riceva ella i conati della forza comprimente, siasi questa o esterna, o fatta dal peso delle parti superiori del medesimo fluido; anzi, se noi vorremo ammettere un moto qualsisia nell'Etere, che lo porti a traverso di tutte le sostanze composte (come per salvare moltissime apparenze, pare necessario doversi fare) non sarà difficile nel medesimo supposto trovare la causa della stessa forza elastica; poichè posto, che una forza comprimente abbia così ristrette insieme le rivoluzioni della spirale predetta, che l'Etere non possa con libertà passare fra l'una, e l'altra; di necessità, tentando egli l'entrata, dovrà far forza per allargarle, e scostarle una dall'altra, e questa forza sempre dovrà essere maggiore, quanto più ristrette fra di se saranno le rivoluzioni della spirale; Ecco adunque la causa, per

la quale le parti dell'Aria, compresse che siano, tentano continuamente di ridursi a mole più grande, nel quale conato consiste la forza elastica. Per ultimo si manifesta la cagione del poco peso dell'Aria, attesa la poca materia, che compone la di lei sostanza, e le grandi vacuità, che per conseguenza risultano non solo tra una sfera, e l'altra, ma anche dentro la corporatura di ciascheduna di esse.

Io ho pensato più volte quale differenza debba porsi fra le parti dell'Acqua, e quelle dell'Etere, il quale, sebene è un liquido, che niente si manifesta per se medesimo a' nostri sensi; rende però con li proprj effetti altrettanto chiara la sua esistenza a chi lo risguarda con gl'occhi d'una ben purgata ragione. Dopo molte meditazioni finalmente mi sono fermato a credere, che la figura delle parti dell'uno, e dell'altro sia la medesima, e che la differenza tutta, per quello spetta alla materia, sia constituita nella mole di esse, di gran lunga maggiore nell'Acqua, che nella sostanza eterea, e per quello che appartiene alla diversità delle affezioni, consista questa nella varietà de' movimenti, da' quali è agitata l'una, non l'altra sostanza. Se ciò vorrà supporsi, facilmente se ne potrà dedurre, che l'Etere contenuto dentro una mole eguale, per esempio di un piede cubo, ha meno di materia di quello abbia verun'altro corpo, avvegnachè i di lui interstizj, come che fatti dalle più picciole figure, che siano fra le parti materiali dell'Universo, non possono essere riempiti d'altra materia, e per conseguenza restano vuoti; dove quelli degli altri corpi essendo aperti alla sostanza eterea, non hanno dentro di se altre vere vacuità, che quelle, che restano fra le particole della medesima: Ho detto *vere vacuità*, perchè, se devo confessare il vero, non molto mi convincono gli argomenti di Cartesio, con li quali pretende egli di provare l'esistenza d'una sostanza più sottile dell'Etere, che riempia tutti gl'interstizj degli altri corpi, chiamata da esso Primo Elemento.

Sin qui abbiamo supposto, ma non provato, che le particole de' fluidi siano orbicolari, e precisamente, che quelle dell'acqua (il che è il nostro principale intento) siano sferiche; ora è necessario darne qualche pruova in modo, che non resti luogo di dubitare della verità di tale ipotesi. E perchè delle cose di fatto non si può avere altra evidenza, che quella, la quale nasce o dall'apprensio-

fione immediata, come fuccede nella cognizione, che fi ha di effe per mezzo de' fenfi, i quali nel noftro cafo non arrivano a darcela; overo dalla coerenza degl' effetti fenfibili colle Idee fifiche formate nell'intelletto per ifpiegarli; ci daremo a dimoftrare, che, pofto che l' Acqua fia un' aggregato di picciole sferette gravi, devono fuccedere quegli effetti, che giornalmente s' offervano effer proprj di effa, e degli altri fluidi, che da effa hanno la fluidità. Io fuppongo le sferette dell' Acqua gravi fenza ftare a cercare d' onde provenga la loro gravità; perchè tale ricerca è più propria della Fifica, o della Statica, che di quefto Trattato. Non fi può per tanto negare, ch'ella fi trovi nelle particelle de' fluidi, perchè effendo effi gravi, bifogna, che tali fiano per la gravità delle proprie parti, ficcome devono la propria mole all' aggregato delle picciole molecole, che li compongono.

Prima però di venire alle dimoftrazioni, egli è neceffario di premettere alcune definizioni per maggiore facilità del difcorfo. Per fare adunque ftrada alle medefime, fi avverta, che del fluido, del quale abbiamo a parlare, fi debbono intendere le parti contigue, e perciò dovendofi toccare, e fupponendofi effe sferiche, farà il contatto in un punto, per lo quale pafferà la linea, che connette li centri; Supponiamo ora, che fi trovino più Sfere A, B, C, D, le quali abbiano i centri nella linea AD, quefta (1.) fi chiami *Linea de' centri*, e la ferie delle sfere predette fi chiami (2.) *Linea di sfere*. Due di quefte linee contigue, e paralelle ponno combinarfi in due maniere, cioè, o fupponendo, che la feconda linea di sfere fia talmente fituata con la prima AD, che l' altra linea de' centri AE ftia ad angoli retti con la AD; o vero fupponendo, che faccia colla medefima angoli obbliqui, come AG. Nel primo cafo egli è evidente, che le quattro sfere A, B, N, E, faranno fpazj quadrangolari; ma nel fecondo, come che tre sfere concorrono a fare uno fpazio, farà oguno di quefti triangolare, come quello, ch' è fatto dalle sfere A, G, B. Nell' una maniera, o nell' altra, fe tutte le sfere avranno i centri in un medefimo piano, (3.) fi dica quefto *Piano de' centri*, e (4.) le sfere tutte *Piano di sfere*, il quale (5.) fe farà orizzontale fi chiami *Strato*, e quefto nella prima combinazione (6.) fi nomini *Piano*, *o Strato retto*, e (7.) nella feconda *Strato*, *o Piano obbliquo*.

Fig. 1.

Sopra di uno ftrato fi ponno intendere parimente fituate in due ma-

maniere le altre sfere, che formano l' altezza di una massa di esse: cioè supponendo prima, che sopra ogni sfera insista a perpendicolo un' altra sfera, di modo, che la linea, che connette il centro della sfera superiore con quello dell' inferiore, sia perpendicolare alle due AE, AB dello strato retto, & alle due AB, AG dello strato obbliquo; o pure, che insistendo la sfera superiore a perpendicolo sopra gli spazj (siano triangolari, o quadrangolari) la linea, che congiunge li centri delle sfere superiori, ed inferiori, sia obbliqua al piano sottoposto. Io rigetto la prima maniera, abbenchè abbracciata dal Ciassi, e da Monsieur Varignon, perchè io non so darmi ad intendere, per qual cagione le sfere del secondo strato non abbiano a posarsi nel luogo più basso, che dà loro un' appoggio più stabile di tre, o quattro sfere di base, più tosto che nel più alto, sul quale stanno in bilico, posando sopra un sol punto. Assumendo adunque, che le sfere del secondo piano superiore insistano agli spazj lasciati tra le sfere del primo: io osservo, che o si pongano nel piano orizzontale gli strati obbliqui, o pure i retti, necessariamente dee succedere nella massa delle sfere il medesimo modo di combinazione; poichè nell'uno, e nell' altro caso ogni sfera resta circondata da dodici sfere, i contatti vicendevoli delle quali lasciano spazj, alcuni de' quali sono triangolari, altri quadrangolari, cioè otto de' primi, e sei de' secondi, come può ogn' uno osservare facendone la combinazione, e come si può anche facilmente dimostrare. Credo nulladimeno, che vi sia qualche cagione, che determini gli strati ad essere più tosto retti, che obbliqui, e perciò valerommi nelle seguenti dimostrazioni di tale supposto, col quale anche meglio, e più facilmente si arriva alle dimostrazioni.

Si consideri dunque, che, posto uno strato retto, ogni sfera superiore, insistente ad ognuno degli spazj del piano inferiore, tocca quattro sfere, come la sfera soprapposta allo spazio R tocca, e s' appoggia sopra le quattro L, N, O, P; e perchè sono posti intorno ad ogni sfera quattro spazj, perciò ogni sfera del piano inferiore, come N, sarà toccata, e premuta da quattro delle superiori, insistenti agli spazj R, S, T, V. Ora o sia la sfera R premente le quattro sfere predette, o pure la N premuta da altre quattro; connettendo con rette linee li centri della premente, e delle quattro premute, o pure quelli della premuta, e delle

quat-

quattro prementi, formeranno queste la metà di un' ottaedro; poscia chè i centri delle quattro premute sono disposti negli angoli d' un quadrato NP, il cui lato è LN doppio del semidiametro, e perciò eguale al diametro delle sfere; E similmente le linee, che da N, L vanno al centro della sfera soprapostа allo spazio R passando per lo contatto di esse faranno un triangolo, del quale ognuno de' lati sarà eguale al diametro d' una sfera, cioè al lato NL della base quadrata; sarà adunque un triangolo equilatero, e la figura formata dalle linee connettenti questi centri sarà terminata da un quadrato, e da quattro triangoli equilateri; e perciò sarà un mezzo ottaedro. Nella stessa maniera si dimostrerà, che le linee, le quali congiungono i centri della sfera N premuta, con quelli delle quattro prementi, faranno un mezzo ottaedro eguale di lato al predetto, tra' quali non sarà altra differenza, che di sito, essendo in un caso la base NP nel piano inferiore, ed il vertice nel superiore, e nell'altro caso la base TR nel piano superiore, ed il vertice N nell' inferiore; Posto ciò, si vede ben chiaro, che tutte le sfere insistenti agli spazj del piano inferiore formeranno un secondo piano di sfere paralelle al primo, le quali vicendevolmente si toccheranno; e che li predetti ottaedri rivoltati colle cime, l' una contro l' altra, riempiranno lo spazio, lasciando tra di se interstizj tetraedrici, come è stato dimostrato da Noi nelle *Riflessioni filosofiche*. Essendo adunque, che nel mezzo ottaedro, l' asse, cioè la linea tirata dal vertice al centro della base, cada ad angoli retti sul piano di essa: quindi è, che la linea perpendicolare verso il centro de' gravi, tirata dal vertice della piramide premente, passerà per lo punto R centro del quadrato NP, e dello spazio R; e similmente la linea tirata dal vertice N al centro del quadrato TR, che si dee intendere nello strato superiore sarà verticale. E perchè l' asse dell' ottaedro fa col lato di esso un'angolo semiretto, quindi è, che la direzione, colla quale la sfera insistente a R, spingerà le sfere sottoposte N, L, P, O sarà semiretta. Ciò premesso, veniamo alle proposizioni.

Proposizione Prima.

SE sarà uno strato retto di Sfere, e sopra di uno de' di lui interstizj sarà situata un' altra Sfera; premerà questa le quattro sottoposte egualmente, sì per la linea perpendicolare, che per l' orizzontale.

Fig. 1. Sia sopra l' interstizio R posta una Sfera, la quale, come si è detto, poserà sopra le quattro L, N, O, P: dico, che questa premerà la sfera N, colla forza perpendicolare eguale a quella, colla quale la medema sfera superiore spingerà orizzontalmente la sfera

Fig. 2. stessa N. Posciachè intendasi, che la sfera superiore sia Y, la quale prema la N con una qualsisia forza, che noi esprimeremo colla linea YN, e da Y si tiri verso il centro de' gravi la perpendicolare YR, e per N l' orizontale NR; è dimostrato dalla scienza mecanica, che la forza obbliqua YN operi spingendo la sfera N, per la direzione YN, con due forze, una perpendicolare, l' altra orizontale, e che queste hanno alla forza YN la medesima proporzione, che hanno le linee YR, RN alla YN; ma YR è eguale ad RN, essendo l' angolo RYN semiretto, e l' angolo YRN retto; adunque la forza, colla quale la sfera Y spinge perpendicolarmente la sfera N, è eguale alla forza, colla quale la sfera N è spinta da Y orizontalmente. Il che &c.

Corollario Primo.

DI quì ne siegue, che *la forza esercitata dalla Sfera Y, per la direzione YN sta alla forza perpendicolare, o orizontale* come YN ad NR, cioè *come il lato dell' ottaedro NO, al semidiametro RN del quadrato NP.*

Corollario II.

NElla stessa maniera si dimostrerà, che *le Sfere soprapposte agli spazj S, T, V, premeranno ognuna tanto perpendicolarmente, che orizontalmente la medesima Sfera N, colla stessa proporzione;* Ed essendochè *ognuna di esse spinge obbliquamente con egual forza, stante l' egualità degli angoli delle loro direzioni colla linea verticale*, ne siegue, che ancora *le forze così perpendicolari, che orizzontali saranno eguali*, e perciò la sfera N, sarà spinta perpendicolarmente verso

il

il centro de' gravi da quattro forze, ognuna delle quali sarà eguale al semidiametro del quadrato TR; e conseguentemente *la forza, colla quale la Sfera N è spinta all' ingiù perpendicolarmente dalle quattro Sfere soprapposte, sarà quadrupla del semidiametro del medesimo quadrato, e dupla del diametro*; e questa sarà anche la misura della forza totale, o momento, libero d' una delle sfere.

Corollario III.

Spingendo adunque le due sfere R, S, secondo le direzioni RN, SN, la sfera N, contro gli spazj T, V, con due forze orizzontali RN, SN, fra loro eguali, ed inclinate insieme ad angolo retto; se si tirerà per S la linea SO, parallela ad NR, e per R, la linea RO, paralella ad NS, si uniranno questo nel centro della sfera O; onde tirata ON, sarà questa la misura della forza, colla quale le due sfere R,S, spingono la sfera N, per la direzione ONE, contro la sfera E, come è dimostrato da' Mecanici; e perchè ON è il lato del quadrato, il quale è anche misura della forza obbliqua, ne nasce, che *la forza, colla quale la sfera N, è spinta orizzontalmente contro una delle quattro sfere, che la toccano nello stesso strato, sia eguale alla forza, obbliqua di una delle quattro sfere soprapposte*. Nell'istesso modo si dimostrerà, che le quattro sfere L,O,B,E, sono spinte ognuna contro la sfera N, con forza eguale alla forza obbliqua. Ciò si può anche provare supponendo, che gli spazj T,S,V,R, restino senza sfere, che la sfera O sia spinta per ON dalle sfere degl' interstizj M,I, e che la sfera L, sia spinta contro N, dalle sfere insistenti agl' interstizj H, 4 &c. le quali forze delle sfere O,L, saranno equilibrate da quelle, che, poste le sfere in S,R,V,T, comporrebbero le S,R, contro O, e le V,R, contro L, &c. e perciò le due R,S, spingeranno N, per ON, e le due R,V, spingeranno N, per LN, &c. Sarà dunque *la sfera N*, spinta orizzontalmente con direzioni contrarie da forze eguali, e conseguentemente *starà immobile* pareggiandosi nel di lei centro le forze prementi.

Corollario IV.

Posto adunque, che la sfera N, sia spinta per le direzioni ON, LN, con forze eguali ad ON, LN; ne siegue, che tirata per O

la linea OP, parallela ad NL, e per L la linea LP, parallela ad NO, concorreranno queste nel centro P; e PN, sarà *la forza, colla quale le due sfere O, L, spingeranno la sfera N, contro lo spazio T*; sarà perciò *questa forza* eguale a TR diametro del quadrato TR, e per conseguenza *sarà la metà della forza totale, o libera di una delle sfere.*

Proposizione Seconda.

SE sarà uno strato di Sfere, e sopra uno de' di lui interstizj sia posta una sfera premente quattro di esse, le quali siano spinte orizzontalmente da quelle, che sono insistenti agli altri spazj con una forza, eguale al diametro del quadrato, che è base del semiottaedro; sarà da queste forze unite sostenuta la pressione perpendicolare d'una Sfera, ed ognuna la spingerà obbliquamente all'insù, secondo la direzione dell' angolo semiretto, con una forza, che valerà il lato del medesimo quadrato.

Sia allo spazio R insistente una sfera, la quale spinga obbliquamente le quattro sfere L, N, O, P, le quali all'incontro siano spinte verso R, con forze eguali a PN, LO, NP, OL, secondo quello, che si è dimostrato al Corollario IV. della Proposizione antecedente; dico, che queste forze unite, saranno bastanti a sostenere il peso totale della sfera R, e che ognuna di esse spingerà all' insù obbliquamente ad angolo semiretto la sfera R, con forza eguale al lato del quadrato NO. Posciachè supposto, che NP sia la forza, colla quale la sfera N opera orizzontalmente contro lo spazio R, egli è da notarsi, che questa forza dovendosi esercitare per NP, incontra la resistenza delle due sfere Y, &, la prima superiore, la seconda inferiore alla sfera N, e perciò la forza NP, si dividerà nelle due sfere Y, &, spingendole per le direzioni NY, N&, egualmente inclinate alla linea NP; cioè, come si è dimostrato, ad angolo di gr. 45. Condotta dunque per P la linea PY, parallela ad N&, e per lo stesso punto P la linea P&, parallela a YN, sarà la forza di N, esercitata per l'orizzontale alla forza di N, esercitata per le inclinate, come NP, a YN, ed essendo NP, diametro del quadrato, sarà YN il di lui lato; e perciò la forza, colla quale la sfera N, spinta orizzontalmente, spinge la sfera Y all'insù per la linea inclinata NY, sarà commensurata dal lato del quadrato, base del semiottaedro. Di più, perchè la direzione obbliqua NY, si ri-

Fig. 1.

Fig. 2.

si risolve nell' orizzontale NR, e nella verticale RY, sarà la forza, colla quale la sfera N, mediante la forza, e direzione NP, spinge insù verticalmente la sfera Y, commensurata dalla linea YR, e perchè questa è la metà del diametro del quadrato, e la forza totale d' una sfera equivale al doppio diametro del quadrato; ne siegue, che la forza, colla quale è spinta la sfera Y verticalmente da N, sia un quarto della forza totale d' una delle sfere; e perciò concorrendo a spingere in su la sfera Y, tre altre sfere, sarà l' azione di tutte unita, eguale alla forza d' una di esse, e conseguentemente tanto premerà al basso perpendicolarmente la sfera Y insistente allo spazio R, quanto le quattro L, P, O, N, che circondano lo spazio medesimo, spingeranno la medesima all' insù verticalmente; e tanto la sfera Y, spingerà al basso obbliquamente una delle sfere, v. g. L, quanto la medesima spingerà Y, colla medesima obbliquità all' insù. Il che &c.

Fig. 1. e 2

Corollario Primo.

INtendendo adunque, che attorno della sfera N, dalla parte inferiore degli spazj T, S, R, V, sottentrino *quattro sfere* queste *spingeranno la sfera N all' insù con tanta forza, quanta è quella, colla quale la sfera N spinge le medesime all' ingiù.*

Corollario II.

ESsendo adunque, che le sfere sottoposte spingano obbliquamente all' insù la sfera N, con una forza eguale al lato del quadrato, v. g. VR, ed essendo la medesima sfera N spinta dalle quattro sfere orizzontali colla forza medesima, e similmente dalle quattro insistenti agli spazj, T, S, R, V, ne siegue, che *tutte le dodici Sfere, che circondano la sfera N, la spingano con direzioni centrali eguali fra loro.*

Corollario III.

E Perchè ogni Sfera di qualsisia strato sottoposta allo strato superiore, può concepirsi, e come una delle circondanti alcuna delle sfere, che la toccano, e come circondata da dodici altre; ne siegue, che *ogni sfera spinga, e sia spinta da tutte*

 le

le parti egualmente; e perciò *sia constituita in un perfetto equilibrio*.

Corollario IV.

E Perchè, come si è dimostrato al Corol. IV. della Prop. antecedente, la pressione orizzontale sostenuta da una sfera per la forza delle soprapposte, è eguale alla metà della forza totale, e nell'istessa maniera può dimostrarsi, che la forza orizzontale, colla quale è spinta la medesima sfera dalle sottoposte, è eguale alla metà della medesima forza totale; *sarà tutta la forza, colla quale è spinta una sfera orizzontalmente, eguale alla forza totale*.

Corollario V.

O*Gni sfera* dunque *circondata da dodici sfere sarà spinta perpendicolarmente, verticalmente, ed orizzontalmente con una forza, che equivale al peso d'una sfera, o di se medesima*.

Proposizione Terza.

L*E forze, colle quali sono spinte due sfere esistenti in diversi strati sottoposti al primo superiore, sono proporzionali al numero degli strati soprapposti*.

Noi abbiamo dimostrato al Corol. II. della Prop. prima, che la sfera N, è spinta in giù perpendicolarmente da ognuna delle sfere T, S, R, V, con una forza, che è la quarta parte della forza totale, o libera d'una di esse; adunque la sfera N, così sarà spinta al basso, come se sopra di essa posasse a perpendicolo un'altra sfera, e così tutte l'altre; e perchè la sfera N è eguale di peso a quella, che si figura posare sopra di essa; premerà dunque essa le sfere del terzo strato con forza duplicata di quella, colla quale essa è premuta, e così tutte le altre; sarà dunque lo stesso, o che si considerino le sfere del terzo strato, come premute da quelle del secondo, e del primo; o pure come premute solo da quelle del secondo, e col supposto, che le sfere del secondo siano di materia il doppio più grave, e così successivamente; e perchè la moltiplicazione della gravità si dee fare secondo la proporzione del

Fig. 1.

del numero degli Strati soprapposti, o che è lo stesso, della distanza dello Strato inferiore dal primo, o sia dell'altezza, perciò le pressioni patite dalle sfere de' piani sottoposti staranno tra di loro in proporzione de' numeri de' medesimi, essendo le pressioni proporzionali alla gravità de' pesi prementi. Ma perchè le sfere, che ne circondano un'altra, sono situate in tre strati, si dee dimostrare, che le sfere del secondo, e terzo strato non spingano la sfera di mezzo, che colla forza del primo. Sia la sfera Y, situata in qualsisia degli strati inferiori [supponiamo nel 4.°] dovrà ella perciò intendersi come di peso quadruplicato; lo stesso si dovrà intendere di tutte le altre sfere dello strato, nel quale si trova Y; ma perchè alla spinta esercitata per l'orizzontale del centro di Y, non aggiunge, ne leva cosa alcuna, la gravità della sfera Y; opererà solo il peso triplicato, cioè quello di tre sfere, o de' tre strati superiori. Dovrassi bene considerare la sfera N, premuta dalle sfere de' quattro piani superiori, come quadruplicata di peso, e con tal forza, a proporzione, ella agirà nella direzione orizzontale NP; ma perchè la spinta, che fa contro la sfera Y del piano superiore per la direzione NY, trova il peso particolare di Y eguale al peso particolare di N, nella medesima direzione NY; perciò il peso proprio di Y, detrarrà dalla forza di N il peso proprio di N, o di una sfera mossa per la direzione NY, e perciò la sfera N, spingerà la Y contro quelle degli strati soprapposti, con forza eguale a quella, con la quale le sfere superiori premono obbliquamente la sfera Y; essendosi adunque dimostrato, che le pressioni superiori sono proporzionali al numero degli strati soprapposti alla sfera Y, nella medesima ragione saranno anche le pressioni verticali, ed obblique all'insù; e conseguentemente le sfere poste in diversi strati patiranno per ogni verso le pressioni, che saranno proporzionali al numero degli strati soprapposti. Il che &c.

Fig. 1.

Corollario.

PErchè adunque ogni sfera è spinta in ogni parte omologamente con pressioni eguali, e queste sono proporzionali alle altezze degli strati; ne siegue, che per trovare la forza, colla quale una sfera è premuta, o spinta, non occorre considerare, che la sola altezza, e perciò *qualunque sia l'ampiezza degli strati*, ab-

Pagina: 22

abbenchè infinita, non si muteranno le pressioni sostenute da ciascheduna delle sfere.

Fin quì abbiamo supposti gli strati, come indefiniti in ampiezza, o più tosto, come superficie sferiche descritte attorno il centro de' gravi, come quelle, nelle quali non vi è bisogno di alcun resistente per impedire, come era d'uopo, lo scostamento delle sfere degli strati sottoposti a cagione della pressione delle sfere superiori; ma da quì avanti supporremo gli strati circonscritti da' suoi termini.

Proposizione Quarta.

SE sarà uno Strato di Sfere, all' estremo del quale non si trovi alcun resistente, che possa impedire il moto orizzontale di esse, e se sarà soprapposta ad uno degli spazj una Sfera, spingerà ella le altre, e scostandole, faraßi luogo nel piano, o strato medesimo, nel quale discenderà.

Sia lo strato di sfere contenuto dalle linee AD, AX, X&, & D, e sopra lo spazio R s'intenda esservi una sfera insistente: dico, che questa discenderà, e faraßi luogo fra le sfere N, O, L, P. Posciachè, essendo dalla sfera R spinte immediatamente le sfere predette con una direzione orizzontale, e con una forza eguale alla linea RO; sarà spinta la sfera O, da R verso O: e perchè la sfera O spinge le due F, C, per le direzioni OC, OF; per quelle medesime linee saranno spinte le sfere C, F, e per la medesima tutte le altre esistenti nelle linee OF, OC. Per la stessa ragione sarà spinta la sfera N, per RN, e le sfere B, E, per le linee NB, NE, &c. Lo stesso si dimostrerà delle sfere L, P, le quali saranno spinte per le linee RL, RP, e le loro contermine per le linee LY, PZ; e perchè queste sfere non hanno impedimento veruno, il quale ne meno può nascere dal piano inferiore, che si suppone orizzontale; però le sfere N, L, P, O, obbediranno alla pressione della sfera R, e si allontaneranno l'una dall'altra fin tanto, che sia fatto luogo alla sfera R, nel piano predetto. Il che &c.

Fig. 1.

Corollario Primo.

EGli è dunque impoßibile, che una sfera sia sostenuta sopra di quattro altre, ogni volta, che le sottoposte abbiano potere di scorrere per lo piano orizzontale, nel quale sono situate, e

per-

Pagina: 23

perciò *un mucchio di sfere affetterà sempre di avere la superficie disposta in uno strato, o sia piano orizzontale, o più propriamente in una superficie sferica, il cui centro sia quello de' gravi.*

Corollario II.

MA se *le sfere sottoposte saranno impedite mediatamente, o immediatamente dallo scorrere, potranno esse sostenere una, o più sfere soprapposte, e gl' impedimenti sopporteranno dalle sfere contigue la pressione, che loro è fatta da una, o più sfere insistenti allo strato inferiore.*

Corollario III.

E Perchè le pressioni patite dalle sfere inferiori sono proporzionali all'altezze degli strati superiori; quindi è, che *le spinte fatte dalle sfere contigue alle resistenze contro di queste, saranno proporzionali anch'esse alle altezze degli strati soprapposti*; ond' è, che, supposto, che tali sfere disposte in più strati siano situate dentro di un vaso, saranno *le diverse pressioni fatte da dette sfere contro le sponde del vaso, come le altezze degli strati superiori.*

E' però da avvertire, che dovendosi riempire un vaso di sfere, sarà quasi impossibile, che esse siano per appunto tante, quante bastano a compire il numero degli strati, che quello può contenere; e perciò sopra gli strati compiti potrà stare qualche numero di esse situate quà, e là sopra gl' interstizj dello strato superiore; ma queste, trattandosi di sfere minime, e, per così dire, di punti fisici, non vanno considerate, non alterando in concreto alcuna delle proposizioni dimostrate. E' anche da notarsi, che *una sfera sola soprapposta all' interstizio d' uno strato, non urta tutte le sfere di esso di moto orizzontale, ne gli urti ricevono egual pressione*; onde perchè si verifichi l' asserito in questo Corollario, è necessario, che ve ne siano tante, quante bastano a spingere tutte le sfere del piano sottoposto nella maniera detta alli Corol. III. e IV. della prima Proposizione.

Proposizione Quinta.

SE in un vaso, le cui sponde siano obblique all'orizzonte, ed inclin te all'indentro, siano diversi strati di sfere, che lo riempian tutte le sfere degli strati inferiori sopporteranno le medesime pression che patirebbero, se il vaso avesse le sponde perpendicolari all' orizzon

Per dimostrare questa Proposizione si dee avvertire quell che abbiamo detto di sopra al Corollario della Proposizione II cioè, che per trovare la pressione, che patisce una sfera, non c corre far capitale alcuno dell'ampiezza degli strati, ma solo c loro numero, o altezza; e perciò [qualunque sia la figura c Vaso ACDEHILB, e quantunque picciola l'apertura della di l bocca AB] saranno dalle sfere dello strato AB spinte al basso pe pendicolarmente per NM le sfere, che si troveranno in essa line e perchè, mediante questa pressione, la sfera M è spinta orizzo talmente per la linea MO colla forza medesima, colla quale spinta perpendicolarmente, come si è dedotto al Corol. IV. del Prop. II, spingerà ella le sfere esistenti nella linea MO, colla fo za medesima, non potendosi perdere, ne accrescere la spinta fa ta per l'orizzontale MO; adunque la sfera O, sarà spinta media te la pressione NM, come se sopra di essa fossero delle sfere situa nell'altezza PO; e perchè la sponda DE resiste all'alzamento de la sfera O nella stessa maniera, che farebbe l'altezza delle sfe PO; eserciterà la sfera O le medesime pressioni, che avrebbe, sopra di essa fossero le sfere P, O, e perciò potrà spingere all'ingi v. g. per OR, colla forza della pressione NM, ovvero PO, ma spi gendo per OR, colla forza predetta, la pressione anderà aume tandosi secondo il numero degli strati, cioè secondo l'altezz della perpendicolare OS; adunque la pressione fatta in R, ed S sa eguale alla fatta dalle altezze NM, OS, o pure dall'altezza P che è la medesima, che l'altezza delle sfere nel Vaso. Lo stesso può dimostrare rispetto a tutte le altre sfere situate sul fondo ori zontale HI. Il che &c.

Fig. 3.

Si potrebbe dimostrare questa Proposizione col progresso dell dimostrazioni superiori, mediante la comunicazione delle pressio ni, valendosi della figura settima; ma perchè ciò sarà facile a ch avrà inteso le precedenti; e perchè la dimostrazione addotta no manca della sua forza; non ci traterremo più sopra di essa.

Co-

Corollario Primo.

S*Upposto, che nel Vaso predetto sia* tra le linee constituenti la sponda, *il lato FE orizzontale*, facilmente si dimostrerà nella stessa maniera, *ch'esso patirà le pressioni verticali in proporzione della perpendicolare PT*; poiciachè essendosi dimostrato, che la sfera T è premuta dalle altezze NM, OT in quel modo, che sarebbe dall' altezza PT; spingerà ella orizzontalmente per TF, che si suppone nel secondo strato di sfere di sotto la linea EF; adunque quattro delle inferiori concorreranno a spingere all' insù contro il piano FE una delle superiori contigue al piano, e con tanta forza, quanta può fare l'altezza PT; adunque tutte le sfere, che toccheranno la sponda orizzontale FE la spingeranno all' insù a ragione di detta altezza; come si raccoglie dal Corol. I. della Prop. II.

Corollario II.

E Perciò, *se saranno due Vasi AF, DG comunicanti* insieme mediante la parte, ò tubo GF, l'uno, e l'altro ripieni di quegli strati di sfere, di che sono capaci, *e se il numero, e l'altezza degli strati del vaso maggiore AF sarà eguale al numero, o all' altezza degli strati del vaso minore DG*, tanta sarà la pressione sostenuta dalle sfere esistenti nel tubo di comunicazione GF, dagli strati del vaso DG, quanta è quella, che ricevono dagli strati del vaso AF; e perciò tanto potranno resistere colla prima alla discesa delle sfere del vaso AF, quanto colla seconda alla discesa delle sfere del vaso DG, e conseguentemente *saranno le sfere del vaso DG in equilibrio colle sfere del vaso AF*.

Fig. 4.

Corollario III.

MA *se le altezze degli strati nell' uno, e nell' altro caso fossero diseguali* (poniamo la maggiore nel vaso DG) allora la pressione, che sopporterebbero le sfere poste in GF sarebbe maggiore da G verso F, che da F verso G; dunque *le sfere GF sarebbero spinte da G verso F, ed entrerebbero nel vaso AF*, spingendo all' insù gli strati esistenti in esso, e deprimendosi gli strati nell' altro vaso DG; e perchè all'accrescersi il numero degli strati s'accresce la forza del-

D la pres-

la preſſione, e diminuendoſi gli ſtrati, ſi diminuiſce la preſſione
anderebbe ſcemandoſi la forza della preſſione da G verſo F, ed ac
creſcendoſi la reſiſtenza da F verſo G, ſino a renderſi eguali; e per
chè allora ſolo ciò ſuccederebbe, quando il numero degli ſtrat
nell' uno, e nell' altro vaſo ſi foſſe reſo eguale; quindi è, che *tant
continuerebbero a paſſare le ſfere da un vaſo nell' altro, quanto ſtaſſe
farſi eguale il numero de' piani, o delle altezze, ed allora ſi fermerebbe
ro in equilibrio.*

Corollario IV.

L*O ſteſſo ſuccederebbe, ſe uno de' vaſi comunicanti foſſe inclinato al
orizzonte*, come NM; perchè eſſendoſi dimoſtrato, che le ſfe
re in C, M, ſono così premute, come ſe aveſſero ſopra di ſe l' altez
za degli ſtrati DC, DM; ne ſiegue, che trovandoſi egual numero
di ſtrati, sì in NM, che in DG, ed AF, s' equilibreranno egual
mente con quelle, che ſono in DG, o in AF.

Corollario V.

ESſendoſi dunque dimoſtrato, che le ſfere, che toccano il fon
do orizzontale di un vaſo irregolare lo premono ognuna in
ragione dell' altezza degli ſtrati, qualunque ſia la figura del vaſo;
ne ſiegue, che *il fondo* predetto, v. g. *HI ſarà così caricato, come ſe
ſopra di eſſo vi foſſero tanti ſtrati eguali, quanti ponno concorrere a for
mare l' altezza*, cioè come ſe il vaſo aveſſe la figura di un priſma
retto di eguale altezza a quella del vaſo irregolare, e ſu la mede
ſima baſe.

Fig. 5.

Corollario VI.

Fig. 5.

LO ſteſſo ſuccederebbe, *ſe il vaſo aveſſe il fondo ſtretto, e nell'
avanzarſi all' alto s' allargaſſe*, come ABCD; poſciachè tirata
la linea CE verticale, tanto ſarebbe premuta la ſfera C, quanto
portaſſe l' altezza EC, ed il ſimile ſi dica delle altre ſfere ſino a B;
dunque il fondo BC ſopporterebbe la preſſione delle ſfere, che lo
toccaſſero ognuna a miſura delle altezze, e perciò *il fondo ſoſtereb
be tanto peſo, quanto può eſſere contenuto da un priſma, la cui baſe foſſe
il fondo BC, e l' altezza BF.*

Da

Da tutte le Proposizioni sin'ora addotte, e da altre, che potrebbero aggiungersi per dimostrare co' principj fisici, e colla scorta della Meccanica tutte le proposizioni dell' Idrostatica, può bene vedere ognuno, che abbia qualche pratica della natura de' corpi fluidi, che tutto ciò, che si è detto d'una delle sfere, che compongono uno strato, s'addatta precisamente ad ogni punto fisico, o gocciola di un fluido; poichè d'ognuno d'essi è certo, e ricevuto come principio dagli Idrostatici. (1.) Che non pesano, che secondo le altezze. (2.) Che le loro impressioni ricevute dal peso delle parti superiori si esercitano per ogni verso, come in una sfera. (3.) Che queste impressioni sono eguali in qualsisia direzione. (4.) Che sono proporzionali alle altezze medesime. (5.) Che le superficie loro più alte si dispongono in un piano orizzontale, o in una superficie sferica circa il centro de' gravi. (6.) Che ne' vasi comunicanti formasi l'equilibrio per la sola altezza del fluido, e perciò poca quantità di un fluido può equilibrarsi con qualsisia quantità d'un fluido omogeneo a se medesimo, purchè, le altezze siano eguali. (7.) Che il peso, col quale un fluido carica il fondo d'un vaso (di qualunque figura egli sia) è eguale a quello di un prisma retto di esso, di base eguale al fondo, e della medesima altezza &c. affezioni tutte, che s'osservano ne' fluidi, e si sono dimostrate dover succedere ne' cumuli delle sfere. E perciò (se può dedursi alcuna cosa dalla coerenza d'una Ipotesi col fatto) bisogna asserire, che la constituzione de' Corpi fluidi da noi supposta, o sia affatto conforme al vero, o ne abbia almeno tutta quella apparenza, che può desiderarsi nelle cose della Natura; onde crediamo di potere continuare senza scrupolo a valerci de' medesimi principj, per dimostare una proposizione, che è il fondamento di quasi tutta la scienza del moto delle Acque, e della misura del corso delle medesime.

Noi abbiamo detto, annoverando poco di sopra le affezioni più principali de' fluidi quiescenti al numero 4. che le pressioni, o sostenute dalle parti di un fluido, o esercitate dal medesimo contro le sponde di un vaso resistente, sono fra loro in proporzione delle altezze di esso sopra le parti premute, la quale proposiaione è stata riscontrata per vera ultimamente, anche medianti più esperimenti fatti dal Sig. Dottore Geminiano Rondelli Professore Matematico, nell' Accademia Esperimentale, che fanno l'onore di adunare in mia Casa alcuni de' più qualificati Professori di questa Celebre

Università, delle fatiche de' quali spero, che a suo tempo debba vederne il Mondo Letterato preziosi frutti in avanzamento della Fisica, della Medicina, e delle Matematiche. Detta Proposizione ha fatto credere a molti abilissimi Matematici, che anco le velocità, che hanno le Acque nell'uscire da' fori, o dalle fistole aperte nelle sponde de' vasi dovessero avere la medesima proporzione delle altezze; asserzione, che non è conforme all'esperienze fatte, e riferite dal Torricelli, dal Mersenno, dal Baliano, e da altri, e che io per accertarmene ho voluto replicare, nella maniera, che ho distintamente riferita nel Lib. II. *della Misura dell' Acque correnti*, dalle quali costantemente apparisce, che dette velocità non sono come le altezze; ma bensì in proporzione dimidiata delle medesime.

Per far vedere dunque, che la prima Proposizione non ha relazione colla seconda, si osservi, che la causa, per la quale i gravi premono un piano sottoposto, è bensì la loro gravità, e la stessa è cagione, che i medesimi, levato che sia loro il sostegno, discendono verso il centro; ma d'altra maniera si dee discorrere de' conati, che il grave esercita contro le resistenze, e de' gradi di velocità, per li quali egli passa nel discendere. Egli è ben vero, che un corpo di doppio peso tenta con doppia forza di superare le resistenze, e perciò premerà al doppio una tavola sottoposta, di modo, che si può con verità asserire, che tali conati, sforzi, o pressioni sono in proporzione de' pesi; ma non perciò si deduce bene, che un corpo doppio di peso debba discendere con doppia velocità verso il centro de' gravi, essendo certissimo, che, prescindendo dalle resistenze, tutti i gravi discendono da altezza uguale in tempi uguali, come ha mostrato il Galileo *ne' Dialoghi*. Quindi è, che il diverso peso de' corpi non produce differenti velocità; e perciò il diverso peso del fluido può bene introdurre diversa pressione, ma non diversa velocità. Che se alcuno volesse porre in campo la differenza, ch'è tra' corpi fluidi, e solidi; oltre ciò, che abbiamo detto nelle nostre *Epistole Idrostatiche*, potrebbe convincersi coll'esperimento seguente, che meglio d'ogni altro s'applica alla presente materia. Sia il vaso ABCD, il quale abbia nel fondo il foro D, e serratolo col dito, si riempia il vaso di Mercurio fino all'orizzontale AB; dipoi aperto il foro D, si misuri, mediante un pendolo, il tempo, che spende il Mercurio nell'uscire tutto dal vaso. Empiasi poi il medesimo vaso di Acqua fino alla misura predetta, e pari-

Fig. 6.

men-

mente si lasci votare, osservando il tempo: e si troverà, che nell' uno, e nell'altro caso, i tempi del votarsi, saranno sensibilmente eguali; ed io posso asserire di propria sperienza, che in poco più di cento vibrazioni di un pendolo ben corto, col quale misurai l'uscita, prima del Mercurio, indi dell'Acqua; non trovai altra differenza, che d'una, o due vibrazioni, più nell'uscita dell'Acqua, che del Mercurio. * Se dunque il maggior peso ne' fluidi prementi cagionasse, siccome maggior pressione, così maggiore velocità nel moto, sarebbe stato necessario, che il Mercurio, il quale è circa tredici volte, e mezza più grave in specie dell' Acqua, fosse uscito con velocità 13. volte in circa maggiore di quella dell' Acqua; e pure è stata la medesima, rispetto tanto all'uno, che all'altra: ed in ciò non può ricorrersi agli sfregamenti, che patisce il fluido nell'uscire dal foro D; perchè, oltre che questi sono i medesimi nell'uno, e nell'altro caso, non ponno essi detrarre tanto dalla velocità del Mercurio. E perciò producendosi le medesime velocità, non ostante, che i pesi, e per conseguenza le pressioni, siano tanto differenti, egli è evidente, che i fluidi posti in moto, hanno le loro velocità regolate da altre principio; e che però di esse si dee in altra maniera discorrere, come apparirà dalla seguente dimostrazione.

*Annot. II.

Proposizione Sesta.

* *SE un vaso sarà pieno di sfere, e nel fondo di esso sia un foro, per lo quale possano uscire con libertà alcune di esse sfere, e che il sito lasciato dalle sfere, che escono, venga riempiuto da altrettante, aggiunte nel tempo medesimo al di sopra, dimodochè il vaso resti sempre pieno; usciranno esse dopo qualche tempo, colla stessa velocità, come se fossero discese da tanta altezza, quanta è la distanza dello strato superiore dal foro.*

*Annot. III.

Siano nel vaso ABCD situate le sfere G, H, I, M, X, N, &c. e s'intenda nel fondo BC, aperto il foro EF, il quale subito, che sarà aperto, egli è certo, che la sfera G, trovandosi senza sostegno, discenderà perpendicolarmente verso il centro, come farebbe, se ella fosse cinque volte più grave del suo peso naturale, il che, come si è detto, non accresce le velocità; giunta dunque, che sarà, la sfera col suo centro G, nel punto L, avrà la velocità corrispondente alla caduta GL; e perchè cadendo la G, manca il sostegno

Fig. 7.

alle

alle sfere H, I; una di esse discenderà nel luogo di G; o pure vi sarà spinta la sfera M, mediante la pressione di N, che le è soprapposta, nel qual caso succederà lo stesso, che della sfera G; ma finalmente bisognerà, che levato il sostegno a qualche sfera dello strato immediatamente superiore, discenda anch' essa verso EF; e perciò, arrivata che sia col suo centro in L, avrà la velocità competente alla caduta HO, e nell' istesso tempo si moverà verso EF qualche sfera del piano più alto PQ, discendendo, o per la perpendicolare RL, o per le inclinate QG, PG; e nell' uno, e nell' altro caso, arrivate ad L, avranno la velocità competente alla caduta RL; e così delle altre fino alla sfera S superiore, nel qual caso la velocità nell' arrivare ad EF, sarà quella della caduta SL; dunque la velocità, colla quale le sfere dopo qualche tempo usciranno dal foro EL, sarà quella, che averebbero, se dallo strato superiore fossero cadute fino al luogo del foro. Che se s' intenderà, che in luogo di quelle, che vanno uscendo dal foro EF, ne siano successivamente somministrate delle altre, dimodochè si mantenga sempre lo strato superiore nell' orizzontale VS, continueranno le sfere ad uscire colla velocità dovuta ad una caduta, che sia eguale all' altezza di esse sfere. Il che &c.

Si può questa verità dimostrare in altra maniera; Poichè, diasi, che nel primo tempo escano dal foro EF quante sfere si vogliano; sarà dunque necessario, che dal piano superiore VS, ne discendano altrettante ad occupare il luogo, lasciato pure da quelle del secondo piano per sottentrare nel terzo, e così successivamente; adunque nel primo tempo la velocità sarà la dovuta alla caduta da un piano in un' altro. Nel secondo tempo dunque, o discenderanno le medesime dal secondo verso il terzo piano, o no: se discenderanno, dunque nel secondo tempo anderanno accelerando il loro moto in ragione della caduta; se non discenderanno, percuoteranno le sfere sottoposte del secondo piano, comunicando loro quel grado di velocità, o quella quantità di moto, che hanno acquistata per la caduta dal primo, e questo grado di velocità, o quantità di moto, si comunicherà rivoltandosi orizzontalmente, fino a toccare quella sfera del secondo piano, che dovrà discendere verso il terzo; adunque questa riceverà tanto di velocità, quanta è l' acquistata per la caduta dal primo piano; sarà dunque lo stesso, come se ella fosse realmente caduta dal primo piano; con-

tinue-

tinuerà dunque nell'isteffo modo la discesa accelerando il moto comunicato. Così successivamente discorrendo si proverà, che nel tempo, che una sfera sarà caduta dall'alto del vaso, fino al luogo del foro, le sfere, che sottentreranno in esso (o siano realmente cadute dal piano superiore senza ostacolo, o pure siano levate dagli strati inferiori, e spinte verso il foro) nel giungervi saranno affette di una velocità, ch'è dovuta alla caduta dal piano superiore. Usciranno dunque col medesimo grado di velocità, e mantenendosi l'altezza, continuerassi la medesima velocità. Il che &c.

Corollario Primo.

DA questa dimostrazione apparisce, che *nel principio dell'uscita, le sfere non escono con tanta velocità, quanto dopo, e che questa va successivamente accrescendosi fino ad arrivare a quel grado, che è proprio della caduta dall'altezza sopra il foro:* e finalmente, che *il tempo di questo acceleramento, è tanto, quanto si richiede alla caduta dallo strato superiore fino al foro, che in poca altezza è insensibile.*

Corollario II.

E Perchè le velocità acquistate per la caduta sono fra loro in proporzione dimidiata delle altezze; ne siegue, che * *le velocità, colle quali le sfere escono da' fori sottoposti allo strato superiore, sono tra loro in proporzione dimidiata delle altezze, come s'osserva appunto ne' getti d'Acqua.*

*ANNOT. IV.

Corollario III.

ESsendo, che le velocità acquistate per la caduta, se, dopo di questa, si rivoltino per qualsisia altra linea, non perdono, nel punto del rivolgersi, il loro grado, ne siegue, che * *se i fori saranno, orizzontali, o verticali, o inclinati come si voglia, le velocità dell'Acqua, che esce per essi, saranno tra loro pure in proporzione dimidiata delle altezze.*

*ANNOT. V.

Monsieur Mariotte, il quale con una somma diligenza ha fatte, circa li movimenti dell'Acque, una gran quantità di esperienze, trova, che in materia di questi getti, le prime goccie, che escono

da'

da' fori, hanno una velocità molto minore di quella, che s'acquista dopo qualche poco di tempo, il che è conforme a ciò, che nelle sfere abbiamo poco di sopra dimostrato. Ed in fatti egli è evidente, che, se dal vaso ABCD pieno di Acqua, s' intenderà levato tutto ad un tratto il fondo BC, l' Acqua immediatamente superiore ad esso, comincerà a discendere al basso, e nello stesso tempo sarà seguitata da quella, che è nella superficie; ma questa velocità nel primo tempo sarà molto minore, che in quello, nel quale la parte superiore dell' Acqua sarà discesa alla linea orizzontale, che prima era occupata dal fondo del vaso.

Io stimo superfluo di avvertire in questo luogo, che le dimostrazioni sin' ora addotte suppongono una perfetta astrazione da tutte le resistenze, e coefficienze, che ponno fare alterare qualche poco la loro verità; e perciò malamente opporrebbe, chi per provare, non esser vero, che i liquori spianino la loro superficie orizzontalmente, adducesse l' esperimento di una goccia d' Acqua, che posta sopra una tavola, o sopra una foglia di Cavolo colmeggia: ovvero, che ne' cannellini sottili l' Acqua ascenda più, che ne' più ampi, ed altre simili; poichè egli è certo, che queste diversità dipendono da altre concause, e circostanze, non dal solo peso, e fluidità dell' Acqua, che sono le radici del moto dell' Acque de' Fiumi, circa il quale si devono aggirare principalmente le nostre considerazioni nel presente Trattato.

ANNOTAZIONI
AL CAPO PRIMO.

ANNOTAZIONE I.

(Al §. *Ma egli &c.*)

M*A egli è omai tempo, che dall'idea puramente mentale, che abbiamo portata del liquido, passiamo a darne l'idea fisica &c.*

A tempi ne' quali fu scritta quest' Opera erano gli studj della maggior parte de' Filosofi quasi unicamente rivolti ad iscoprire, se possibil fosse, la figura, la tessitura, i movimenti, e le altre affezioni meccaniche delle menome particelle, che costituiscono ciascuno de' corpi naturali, persuadendosi, che da ciò dipendesse l'ultimo compimento della scienza fisica, e la perfetta cognizione della natura, i cui effetti non da altri principj supponevano doversi riconoscere, che da due soli: materia, e moto. Fra quelli, che con maggiore studio, e con più attenta meditazione si adoperarono in così fatte ricerche singolar lode certamente merita il nostro Autore, come si può scorgere dalle sue belle osservazioni intorno le figure de' *sali*, dal trattato del principio sulfureo, e da questo primo capo dell' Opera, che abbiamo per le mani, in cui prende a indagare le figure de' componenti di que' fluidi, ch'egli chiama naturali: l'Acqua, l'Aria, l'Etere, ed il Mercurio.

Ma comechè egli abbia sopra tale argomento forse più d' ogni altro Scrittore ragionevolmente filosofato, mostrando nel presente capo per mezzo delle prime cinque proposizioni, e de' loro Corollarj potersi spiegare tutte, ò quasi tutte le principali proprietà dell'Acqua (della quale era suo principale intendimento di ragionare) supposte le particelle di essa di figura sferica; conviene confessare, che una tale Ipotesi è soggetta a difficultà non disprezzabili, delle quali una sentii già proporre dall' acutissimo Filosofo, e Matematico il Sig. Co: Jacopo Riccato, ed è: che se l'Acqua non fosse, che un' aggregato di piccole sfere, le quali insieme si toccassero (siccome l' Autore ha dovuto supporre, che si tocchino) e che fossero solide, o piene, e non già vuote (che tali appunto pare, che egli le ponga nel §. *io ho pensato più volte*, non ammettendo altro vacuo, che quello, che rimane negl'interstizj delle particelle dell' Etere) non pare possibile spiegare come si trovi innatura alcun corpo o fluido, o solido, che ecceda del doppio, anzi a molti doppj, la gravità specifica dell'acqua, laddove certamente alcuni ve ne anno, e fra questi l'Argento vivo, che ben 13, o 14 volte l' eccedono. Imperocchè posto a cagion d'esempio un vaso cubico tutto pieno di sferette di tal grandezza quale si vuol supporre quella de' menomi componenti dell' acqua, facil cosa è il dimostrare, che la somma degli spazj, che tra le sferette rimangono vuoti sempre è minore della somma delle solidità di tutte le sferette; e perciò quando, rimosse queste, s' intendesse il medesimo vaso tutto pieno di qualunque altra materia, che non lasciasse alcuno interstizio fra le sue parti (che è quel più di materia, che da un tal vaso possa essere contenuto) non potrebbe la quantità di tal materia essere ne pur doppia di quella di tutte le sferette, che capivano nel vaso; dal che segue non potersi trovare alcun corpo, il cui peso specifico giunga al doppio di quello dell' acqua, giacchè per sentimento comune de' Filosofi (e che pare comprovato dall'esperienza, per cui si osservano tutti i corpi solidi cadere, prescindendo dalle resistenze, con velocità eguali) le quantità di materia contenute in ciascun corpo o solido, o aggregato di più solidi, sono proporzionali a' pesi degli stessi solidi.

Ma comunque sia della verità di questa, o di altre simili Ipotesi fisiche, egli si vuol' avvertire, che sebbene il nostro Autore prende a dedurre le proprietà de' fluidi dalla supposizione delle loro figure, non intende tuttavia, che quelle dottrine, che egli è per esporre intorno al corso delle Acque, sì necessariamente dipendano da tale supposizione, che senza di essa non potessero essere bastantemente provate. Assai certo è tutto quello, che appartiene al

suo principale argomento sol che sia vera la sesta proposizione di questo capo, anzi pur solamente il secondo, e il terzo corollario di essa, i quali corollarj (come vedremo nelle note seguenti) vengono sì costantemente confermati dall' esperienza, che si ponno prendere come primi principj in questa materia. Quindi è, che abbiamo stimato meglio tralasciare qualche annotazione, che ci sarebbe occorso di fare a queste prime proposizioni concernenti la figura sferica delle parti de' fluidi, per passare a ciò, che più da vicino appartiene al movimento dell' Acque, stimando, che i principj di questa scienza abbiano assai più saldi fondamenti nell' esperienza, che in qualunque discorso, comecchè ingegnoso de' Filosofi. Un tal modo di filosofare è anco più conforme al genio del secolo, in cui scriviamo, nel quale già pare, che comincino a andare in disuso quelle sottili conghietture intorno alla figura, e alla costituzione delle particelle de' corpi naturali, o sia per diffidenza di spiegare gli effetti della natura co' soli principj meccanici (come dopo Cartesio si era cominciata a lusingare la maggior parte de' Fisici) o sia per disperazione di colpir nel segno nell' addattarli a Fenomeni particolari. Quindi, come saggiamente avvisa il Cavalier Neuton, più sano consiglio è il ridurre lo studio della Filosofia naturale al cercare colle osservazioni le leggi della natura, e poscia secondo queste leggi predire ne' casi particolari quali debbano essere i Fenomeni, giacchè tanto per l' appunto può bastare per gli usi della umana società (al cui profitto debbono essere indirizzati gli studj degli uomini) lasciando l' investigazione delle prime cagioni a chi stima di non impiegare inutilmente il suo tempo nel rintracciarle.

ANNOTAZIONE II.

(Dopo il Corollario 6. prop. 5. §. *Per far vedere*)

S*E dunque il maggior peso de' fluidi prementi cagionasse, siccome maggior pressione, così maggiore velocità nel moto, farebbe necessario, che il Mercurio, il quale è circa 13 volte, e mezza più grave in specie dell' acqua fosse uscito con velocità 13 volte in circa maggiore di quella dell' acqua, e pure è stata la medesima nell' uno, e nell' altro.*

Quì è da notare, che volendosi sostenere, come molti lo sostengono, che la velocità de' fluidi, che escono da vasi dipendesse dalla pressione di quella colonna di fluido, che stà sopra il foro, si potrebbe nulladimeno spiegare l' esperienza quì addotta, considerando, che a proporzione della pressione si debba variare non già la velocità, ma la quantità del moto del fluido, che esce in un dato tempo; attesochè il moto appunto, e non già la sola velocità di esso è quell' effetto adeguato, che in questa sentenza si vuol riconoscere dalla pressione.

Onde stà bene, che la velocità del Mercurio sia stata trovata nell' Esperimento la medesima, che quella dell' acqua, perchè così una pressione 13 volte maggiore viene ad avere spinto fuori del vaso un peso 13 volte maggiore di quello dell' acqua, che nello stesso tempo era spinto fuori dalla pressione dell' acqua. Veggasi intorno a ciò quello, che si dirà nell' annotazione quarta di questo capo.

ANNOTAZIONE III.

(Alla proposizione 6.)

S*E un vaso sarà ripieno di sfere..... usciranno esse dopo qualche tempo colla stessa velocità, come se fossero discese da tanta altezza quanta è la distanza della sfera superiore dal foro.*

Quasi tutti gli Autori, che anno scritto di questa materia convengono, che i fluidi i quali escono da fori aperti ne' fondi de' vasi, entro i quali si contengono, abbiano al loro uscire quel medesimo grado di velocità, che essi avrebbono acquistato cadendo liberamente dalla quiete per uno spazio eguale all' altezza, che ha la superficie del fluido sopra il piano del foro; e tale velocità comunemente si reputa la medesima, che acquisterebbe un corpo solido nel cadere dalla quiete da pari altezza.

Alcuni di loro si sono in oltre avvisati di

dar-

darne qualche dimostrazione *a priori*, e questi sono proceduti per due strade diverse; imperocchè altri di essi (come quì il nostro Autore, e il Cavalier Neuton nella prop. 36 del libro secondo de' principj della Filosofia, secondo le ultime edizioni) vogliono, che l'acqua, la quale esce dal foro, intanto abbia quel tal grado di velocità, in quanto sia realmente caduta dalla superficie fino al foro, e cadutavi con moto accelerato per li medesimi gradi, che converrebbero ad un grave solido, formando nel suo cadere per mezzo l'acqua del vaso una figura a imbuto, che il Cavalier Neuton chiama *cateratta*, e che già era stata indicata dal Sig. Guglielmini nel lib. 4 prop. 6, e geometricamente determinata nel lib. 5 prop. 9 della misura delle acque correnti. In favore di tale Ipotesi porta quì il nostro Autore dopo il corollario 3 della presente proposizione l'osservazione del Mariotte, e d'altri, che le prime gocce d'acqua, che escono all'aprirsi del foro, abbiano velocità molto minore di quella, con cui si veggono sgorgare poscia dopo alcun poco di tempo, e che poi sempre mantengono, purchè la superficie dell'acqua stia sempre nel vaso alla medesima altezza; come se ad imprimere all'acqua tutta quella velocità, che la natura le può imprimere fosse necessario, che quella della superficie fosse attualmente scesa fino al piano del foro. Ma in contrario pare, che faccia l'esperienza, la quale mostra, che tingendo di rosso, o d'altro colore la superficie dell'acqua, mentre questa va uscendo dal foro, non si osserva la tintura comunicarsi, se non lentissimamente, al getto dell'acqua, quasi che le parti di questa, che stanno a piombo sopra il foro o non si movessero punto, o assai meno di quello, che richiederebbe la velocità, con cui si vede sgorgar l'acqua dal foro.

E quanto alla dimostrazione, che quì si adduce, che le sferette dello strato superiore debbano finalmente scendere fino al foro, quando ciò si conceda, non però ne siegue, che debbano scendervi in quel tempo sì brieve, e quasi istantaneo, in cui l'esperienza mostra cominciar l'acqua, dopo aperto il foro, ad uscire con tutta quella celerità, che poi serba; nè eziandio dee seguirne, che le sfere scese dallo strato superiore fra tanti impedimenti delle altre sfere laterali, che fanno anch'esse forza per uscir fuori, acquistino cadendo tutta quella velocità, che concepirebbero, se fussero liberamente cadute.

Altri dunque, e fra essi il Sig. Giovanni Bernulli (negli atti degli eruditi del 1716) e il Sig. Ermanno (nell'appendice alla Foronomia num. 10) stimando non doversi riconoscere la detta velocità come effetto di una attuale discesa, anno pensato potersi spiegare per la sola pressione del fluido superiore al foro, riputando tal pressione atta a produrre appunto quel grado di velocità, che produrrebbe la discesa; o sia poi, che alla pressione concorra il solo peso della colonna perpendicolare del fluido, che ha il foro per base, o sia, che vi concorra eziandio (come altri credono, e noi più sotto ci ingegneremo di dimostrare) la forza delle parti laterali, che cospirino a metter' in moto il fluido, e a spremerlo, per così dire, fuori del vaso. Si può vedere intorno a ciò quello, che è stato scritto, e disputato fra Signori Conte Riccato, Pietro Antonio Michelotti, Jacopo Jurin, Daniello Bernulli, ed altri celebri Filosofi.

Altri finalmente diffidando di tutte le dimostrazioni fondate sopra qualsivoglia ipotesi fisica intorno alla maniera, in cui opera la natura nel mettere in moto l'acqua, che esce da' vasi, anno atteso ad accertarsi della velocità di essa per via di esperienze. Una di quelle, che si sogliono addurre è il risalire, che fanno i getti dell'acqua fino all'altezza di quella, che è nella conserva, onde esce il tubo, per cui si dirizza in alto il getto (salvo qualche piccol divario, che si attribuisce alla resistenza dell'aria, e ad altri impedimenti) da che inferiscono avere il getto all'uscire dal foro per l'appunto quella velocità, che l'acqua avrebbe acquistata cadendo da tanta altezza. Un'altro argomento si suol ricavare dall'ampiezza delle Parabole descritte dalle vene dell'acqua, che escono da fori aperti nelle sponde de' vasi (giacchè non si dubita, che anco in questi la velocità non sia la medesima, che in quelli del fondo, supposta eguale l'altezza dell'acqua del vaso sopra il foro, il quale si

 vuol

vuol supporre in tal caso di diametro assai piccolo, e insensibile rispettivamente alla altezza predetta) le quali ampiezze, secondo le osservazioni fattene dal Cavalier Neuton, dal Sig. di Gravesande, e da altri, si trovano tali, quali le richiede il moto accelerato dell'acqua, combinato con una velocità orizzontale eguale a quella, che l'acqua medesima avrebbe acquistata nel cadere dalla superficie fino al foro.

E' tuttavia da avvertire, che simili sperienze, per quanto a me sembra, ben ponno mostrare la corrispondenza, e l'analogia, che passa fra l'accelerazione dell'acqua, e quella de' corpi solidi, ma non ponno provare l'intento, se non si prende per supposto, che le parti dell'acqua nel cadere concepiscono que' tali gradi di velocità per l'appunto negli stessi tempi, ne' quali li concepiscono i solidi, il che sebbene è ragionevole a credere, non pare tuttavia affatto irragionevole il dubitarne, massimamente attesa la particolar maniera, con cui cadono i fluidi a differenza de' solidi, ritenendo questi sempre la loro figura, e quelli cangiandola con restrignersi, ed assottigliarsi, a misura, che si rendono più veloci, se pure non si ricorresse coll' Autore alle sferette, o ad altre parti minime del fluido col supporle solide, che è una mera ipotesi fisica, da cui sola non è ben sicuro ricavare alcuna conseguenza. Allora solo si uscirebbe da una tal dubbietà quando gli esperimenti mostrassero essere eguali i tempi delle cadute dell' acqua nelle vene paraboliche, o quelli del risalire di essa ne' getti rivolti in alto, a quelli delle cadute de' solidi per uno spazio eguale, del che stimo impossibile l'accertarsi con esattezza, attesa la durata quasi istantanea di questi moti anco nelle maggiori altezze, nelle quali se ne possa far da noi qualche prova.

Un' altra sperienza si era comunemente giudicata la più certa per misurare la velocità dell' acqua nel suo uscire da' vasi, e quindi paragonarla con quelle de' corpi solidi, e consiste nel raccorre, e misurare la quantità, che ne esce sotto una data altezza della sua superficie in un dato tempo per un foro di data misura. Imperocchè se intenderemo, che l'acqua dopo di essere uscita dal foro non fosse stata spinta abbasso dalla propria gravità, ma avesse tuttavia seguitato a scorrere orizzontalmente, ed equabilmente per tutto quel tempo, per cui si suppone essere stata raccolta, e però avesse in un tal movimento sempre serbato quel medesimo grado di velocità, che ebbe al primo uscire dal foro (il qual grado sempre è lo stesso per ogni goccia d'acqua, che esca, attesa la permanenza dell' acqua nel vaso all' istessa altezza, che si ottiene con andarvene perpetuamente aggiungendo altrettanta quanta ne esce) è manifesto, che tutta la mole d'acqua uscita dal vaso avrebbe formata una colonna, o prisma retto, la cui base sarebbe il foro, e la lunghezza mostrerebbe lo spazio corso dalla prima goccia nel detto tempo con quella velocità, con cui essa, e tutte le altre fossero uscite; onde per aver la misura della velocità, basta aver quella della detta lunghezza, e questa si avrà dividendo la mole dell' acqua raccolta per l'area del foro. Trovata poi tal lunghezza si saprà con una semplice regola di proporzione quanta parte di essa si scorrerebbe colla detta velocità nel solo tempo, in cui un corpo solido caderebbe dalla quiete per tanta altezza quanta ve ne ha nel vaso dalla superficie dell' acqua fino al piano del foro (il qual tempo si calcolerà su gli esperimenti delle cadute de' gravi già fatti dall' Ugenio, e da altri) e quest' ultimo spazio si potrà vedere se sia eguale a quello, che il corpo solido scorrerebbe equabilmente nel tempo calcolato colla velocità, che avrebbe acquistata cadendo dalla quiete dalla detta altezza (il quale spazio per li teoremi del Galileo è sempre doppio dell' altezza della stessa caduta) e trovandosi tale, si potrà conchiudere essere la velocità dell' acqua eguale a quella del corpo solido.

Ora il fatto è, che essendo stata raccolta, e misurata la quantità d'acqua uscita da' vasi in diverse prove fattene da diversi celebri esperimentatori, e specialmente dal Mariotte, e dal nostro Autore (il quale le rapporta nell' altra sua Opera della misura delle acque correnti lib. 2 prop. 1, e sul fondamento di esse calcola una tavola degli spazj, che l'acqua descriverebbe nel tempo d'un minuto con quelle velocità, che essa ha uscendo da' vasi sotto varie altezze

da un'

da un' oncia fino a 30 piedi) quando sopra tali misure si facevano i calcoli delle velocità dell' acqua col metodo finora esposto, queste risultavano sempre assai minori (cioè del doppio in circa) di quelle de' corpi solidi, come si può scorgere dagli esempi, che ne dà il P. Abate Grandi nel suo trattato del movimento delle acque allo Scolio della prop. 10 del lib. 2; onde pareva, che l' esperienza chiaramente decidesse contro il teorema proposto. I medesimi calcoli si ponno ora facilitare coll' ingegnosa regola data dal chiarissimo Sig. Pitot, e dimostrata dal Sig. Fontenelle nel tomo del 1730 dell' istoria dell' Accademia Reale delle scienze; cioè, che moltiplicando sempre per 36 il numero de' piedi di Parigi, che si contengono nell'altezza della superficie dell' acqua del vaso sopra il piano del foro, e dal prodotto estraendo la radice quadrata, si avrà il numero de' piedi di pur di Parigi, che l' acqua dovrebbe scorrere in una seconda di tempo con quel grado di velocità, con cui esce dal foro, se la detta velocità fosse la stessa, che quella de' corpi solidi caduti da eguale altezza.

Ma essendo poi state di bel nuovo replicate da altri simili esperienze, si sono notate nel farle alcune particolarità non avvertite ne dal Mariotte, ne dal Guglielmini, le quali anno dato luogo in parte a diffidare di questo metodo, e in parte a correggerlo. Osservò il Cavalier Neuton (nella detta prop. 36 lib. 2) nelle vene, o zampilli dell' acqua, che esce per li fori de' vasi un notabile ristrignimento, che si palesa a pochissima distanza dal foro, o sia questo nel fondo, o nella sponda del vaso. La proporzione del diametro del foro a quello della vena ristretta era come di 25 a 21, essendo il foro in una lastra sottile apposta alla sponda. Attribuisce egli tale ristrignimento alla forza delle parti laterali dell' acqua, che è intorno al foro, le quali concorrendo da ogni lato, e affollandosi per uscire da esso vi si insinuano obbliquamente, e poscia a qualche distanza riunendo le loro direzioni cospirano con quella del getto, che sgorga perpendicolarmente al piano del foro. Il Sig. Marchese Poleni si accertò anch' egli con altre sperienze del detto ristrignimento, ed osservò di più la proporzione accennata de' diametri esser maggiore a misura, che i fori sono più piccoli; anzi esservi notabile varietà secondo le diverse figure colle quali è scavato il foro entro la grossezza della lastra, quantunque sottile, in cui egli è aperto, e tal contrazione appena rendersi manifesta ove in vece d' una semplice lastra forata si addatti alla sponda del vaso un tubo cilindrico, o pure un cono troncato situato orizzontalmente, e che nella parte più stretta abbia il diametro eguale a quello del foro della lastra; cangiandosi tuttavia anche qui le proporzioni secondo le diverse lunghezze del tubo, siccome si cangiano eziandio le quantità d' acqua uscite in un tempo eguale, e sono assai più grandi adoperando de' tubi, che de' semplici fori. Veggasi il racconto di queste, e di molte altre bellissime, e affatto nuove sperienze nella sua Opera *de Castellis* &c. dove riferisce eziandio altre particolarità da lui osservate, che tralascio.

Atteso il detto ristrignimento stimò il Cavalier Neuton doversi nel calcolo delle velocità dell' acqua uscita da' fori aver riguardo non già al diametro del foro, ma a quello della vena ristretta, e così facendo trovava ne' suoi esperimenti le velocità dell' acqua rispondere a quelle de' corpi solidi. Lo stesso conchiuse a un dipresso il Sig. Poleni dopo molti calcoli, confessando tuttavia rimaner sempre quella dell' acqua un poco minore, come si può vedere nella sua lettera al chiarissimo Sig. Marinoni Matematico Cesareo, ove porta nuove sperienze, e considerazioni sopra tal materia, onde se così è, la proposizione di cui trattiamo si può dire stabilita per esperienza, almeno a un dipresso. Quindi si inferisce, che le velocità assolute dell' acqua registrate nella mentovata Tavola del nostro Autore, ed espresse per gli spazj scorsi in un minuto, sono tutte minori del giusto, per non essersi da lui tenuto conto nelle sue esperienze fondamentali della contrazione del getto dell' acqua.

Nella medesima lettera il Sig. Poleni move dubbio se le fila d' acqua, che costituiscono un getto, siano in ogni caso sempre egualmente dense, e ristrette una coll' altra; mentre anco in que' casi, ne' quali non è

sensi-

sensibile il ristrignimento del getto, come quando si cava l'acqua per mezzo di tubi, ha osservato raccogliersi in tempo eguale ora più, ora meno d'acqua secondo la diversa lunghezza del tubo, che era sempre del medesimo diametro, essendo costante l'altezza dell'acqua nel vaso; anzi era anco manifestamente eguale la velocità de' getti, poichè questi si vedevano descriver tutti la stessa parabola. Merita nel vero questo esperimento di essere attentamente considerato, mentre par, che vada a ferire direttamente il metodo di argomentare la velocità dell'acqua dalla lunghezza delle colonne, che anno per base il foro (o se si vuole la sezione della vena ristretta) e che sono eguali alle moli d'acqua raccolte nell' esperimento.

Stimerei tuttavia, che siccome le sue sperienze, e tutte le altre fin quì riferite furono fatte con tubi, o fori di assai piccol diametro, ne' quali la somma degli effetti irregolari, che ponno dipendere da predetti moti obbliqui, da soffregamenti, dalle reflessioni nelle sponde, o negli orli, dall' adesione delle parti dell'acqua, dal mescolamento dell' aria, dalla resistenza di questa a' getti, e forse da altre cagioni, può avere proporzione assai notabile alla forza dell' acqua, così ove gli esperimenti si facessero con aperture maggiori, tali effetti si rendessero assai meno sensibili, e svanisse ogni scrupolo intorno a questo metodo di misurare la velocità dell' acqua; anzi dovrebbe anco in tal caso rendersi meno notabile la contrazione del getto, onde verisimilmente valendosi allora del detto metodo, si troverebbe la velocità o la medesima, o poco diversa da quella de' solidi.

Egli è ben vero, che quando il tubo, o il foro, con cui si facesse l'esperimento, fosse d'una gran luce, converrebbe, che eziandio il vaso fosse assai ampio, e tale, che l'area del foro non avesse proporzione gran fatto sensibile alla superficie dell' acqua, altrimente, oltre che sarebbe difficile mantener nel vaso l'altezza di quella sempre permanente, stima il Sig. Neuton, che la velocità dell'acqua dovesse trovarsi eguale a quella d'un solido caduto non già dall' altezza della superficie sopra il foro, ma da altezza maggiore, che egli insegna di determinare nel corollario 2 della detta proposizione 36 del 2 libro de' principj della Filosofia delle ultime edizioni. Anco il Sig. Mariotte nel discorso 3 della parte 3 del suo trattato del moto delle acque mostra con ragioni, e sperienze dovere in tal caso restare alterata la velocità.

ANNOTAZIONE IV.

(Al Corollario 2. della prop. 6.)

L*E velocità, colle quali le sfere escono da' fori sottoposti allo strato superiore, sono tra loro in proporzione dimidiata delle altezze, come si osserva appunto ne' getti d'acqua.*

Se la verità del presente Corollario necessariamente dipendesse da quella della proposizione, onde egli è dedotto, sarebbe soggetta a tutte quelle dubbietà, che nella nota precedente si sono accennate, nè meriterebbe di esser presa, come dagli scrittori comunemente si prende, per primo principio della dottrina del moto delle acque. Ma tante sono le sperienze, che la comprovano, che pare non poter rimanere intorno ad essa alcuno scrupolo, nè vi ha forse verità fisica sì costantemente stabilita per le osservazioni come questa: cioè, che le velocità di un medesimo fluido all' uscire da un medesimo foro aperto in un vaso stiano fra loro in ragione dimezzata delle altezze del fluido sopra il foro, che che sia poi se le dette velocità siano precisamente quelle de' corpi solidi caduti da pari altezza, di che si è ragionato nella nota precedente.

Solamente conviene avvertire, che dopo le osservazioni poc' anzi addotte del ristrignimento delle vene dell' acqua, che sgorgano da' fori, e delle diverse quantità, che ne escono per li tubi, da quelle, che si cavano per le semplici aperture di egual diametro, le sperienze non si ponno riputar decisive se non si paragonano fra loro quelle sole, che sempre sono state fatte in un medesimo modo, cioè sempre per uno stesso tubo, o per uno stesso foro, senza fare alcun cangiamento nè alla lunghezza del tubo, nè alla figura degli orli o sia del tubo, o sia del foro, ma col cangiar solamen-

te l'altezza dell'acqua nel vaso. Quando dunque si confrontino insieme le osservazioni fatte in tali circostanze, perpetuamente si troveranno le quantità dell'acqua raccolte in tempi eguali in ragione dimidiata delle altezze, e per conseguente anco le velocità saranno nella stessa proporzione, giacchè non sembra, che qui possa aver luogo lo scrupolo, che le velocità non siano proporzionali alle quantità predette, a cagione delle fila d'acqua ne' getti più, o meno dense, o delle direzioni più, o meno oblique, o d'altro, che sia, mentre tali irregolarità debbono essere le medesime nell'uno, e nell'altro degli esperimenti, che si confrontano insieme, parendo, che la sola mutazione dell'altezza dell'acqua nel vaso non possa indurre in ciò diversità alcuna. Tal verità si farà palese a chiunque ridurrà a calcolo non pure le sperienze del Mariotte, o quelle del nostro Autore (ciascuno de' quali si valeva d'una semplice lastra forata, e sempre della medesima) ma eziandio quelle del Sig. Poleni riferite nel detto libro *de Castellis* &c. le quali furono fatte ora con fori, ora con tubi di più figure, e con diversi cangiamenti negli uni, e negli altri, e scorgerà con piacere (non ostante la diversità delle quantità assolute dell'acqua uscite in queste diverse maniere sotto pari altezza) la mirabil costanza della natura nel serbare la detta proporzione, o sia, che l'esperienza sia stata fatta cavando l'acqua dal fondo, o dalla sponda del vaso, o sia ancora, che si confrontino le prove fatte nel fondo colle fatte nella sponda, purchè in tal caso sia stato adoperato un semplice foro, il quale sempre si vuol' intendere di diametro assai picciolo, in modo che l'altezza dell'acqua o si misuri dalla parte superiore, o dall'inferiore del foro si possa riputare sensibilmente la medesima.

La stessa proporzione dimidiata delle altezze si potrebbe confermare anco per le osservazioni delle salite de' getti d'acqua nelle fontane artificiali, o per quella dell'ampiezza delle parabole descritte dagli stessi getti, quando siano orizzontali, o pure obbliqui, ma stimo soverchio trattenermi di più sopra questo particolare.

Oltre l'esperienza anno eziandio gli scrittori cercato di confermare questo Teorema con dimostrazioni. Quelli, che suppongono dipendere la velocità dell'acqua dall'attuale discesa da lei fatta dalla superficie fino al foro, agevolmente lo dimostrano applicando all'acqua l'ipotesi del Galileo comunemente ammessa, che le velocità de' corpi cadenti siano in ragione dimezzata delle altezze delle cadute dalla quiete. Gli altri, che stimano dipendere la detta velocità dalla sola pressione sono andati per altra strada. Fra questi il Sig. Varignon una prova ne addusse nelle memorie dell'Accademia Reale delle scienze del 1703, che è stata seguitata anco dal Sig. Ermanno nella Foronomia, e da altri, e che si riduce al seguente ragionamento.

Considera egli il moto di quella quantità d'acqua, che in un medesimo tempo esce dal foro F (Fig. 60) ora sotto un'altezza d'acqua FA, ora sotto un'altra FB, come effetto adeguato istantaneo delle pressioni delle colonne perpendicolari d'acqua, che anno il foro per base. Dovendo dunque gli effetti essere proporzionali alle cagioni, sarà come la pressione della colonna FA alla pressione della colonna FB, così il moto dell'acqua, che esce in un tempo minimo sotto l'altezza FA al moto di quella, che esce in tempo eguale sotto l'altezza FB.

Fig. 60.

Ora i detti moti altro non sono, che i prodotti delle quantità d'acqua, che escono, e delle velocità colle quali escono, e però sono fra loro in ragione composta delle dette quantità, e velocità, le quali due ragioni non sono, che una stessa ragione, mentre la quantità d'acqua, che esce per un medesimo foro in un medesimo tempo è maggiore, o minore per l'appunto a proporzione della velocità con cui esce; e però la detta ragione de' moti non è altra, che quella de' quadrati delle velocità; Sta dunque il moto dell'acqua, che esce sotto l'altezza FA al moto di quella, che esce sotto l'altezza FB, come il quadrato della velocità, con cui esce sotto FA, al quadrato di quella, con cui esce sotto FB, e per conseguente anco le pressioni delle colonne d'acqua, che cagionano questi moti sono come i quadrati delle dette velocità. Ma le pressioni sono come le altezze delle colonne prementi (trattandosi di colonne

dell'

Pagina: 40

dell' isteſſa baſe, è di materia omogenea) dunque il quadrato della velocità, con cui eſce l'acqua ſotto l'altezza FA, ſta al quadrato della velocità, con cui eſce ſotto l'altezza FB, come FA ad FB, o quello, che è lo ſteſſo, la velocità ſotto FA ſta alla velocità ſotto FB in ragione dimezzata di FA ad FB, il che era da dimoſtrare.

Un tale ragionamento, come è manifeſto, ſuſſiſterebbe ancora quando le forze, che producono il moto dell'acqua, che eſce dal foro non foſſero le preſſioni delle colonne, FA, FB, purchè foſſero proporzionali ad eſſe, come ſe a cagione d'eſempio foſſero doppie del peſo delle dette colonne. Ora, che appunto ſieno doppie lo preteſe il Sig. Jurin nella diſertazione riferita al numero 373 delle tranſazioni filoſofiche della Società Regia, e lo aveva anche prima determinato il Cavalier Neuton nell' altra ipoteſi, che le velocità dipendeſſero dall'attuale diſceſa; ſopra di che eſſendo poi ſtati d'altro avviſo altri celebri Matematici, giova trattenerſi alquanto intorno a ciò, potendo una tal ricerca dar qualche lume per meglio intendere come operi la natura nello ſpigner fuori le acque dalle aperture de' vaſi.

Parmi dunque, che ſe la velocità dell' acqua all' uſcire da un foro dipende dalla preſſione, e ſe tal velocità è veramente eguale a quella d'un corpo ſolido diſceſo liberamente dalla quiete per uno ſpazio eguale all'altezza dell'acqua ſopra il foro, la forza, che ſi impiega nell'eſpellere l'acqua dal foro predetto non ſia già eguale, ma doppia del peſo della colonna d'acqua, che ſta ſopra il foro. Per dimoſtrarlo ſi conſideri, che in un ſolido il quale cominci a diſcendere tutto l'effetto iſtantaneo di quella forza, che s'impiega nel moverlo conſiſte in quella quantità di moto infinitamente piccola, che riſulta dalla quantità finita della materia del ſolido moltiplicata nel grado di velocità infinitamente piccola impreſſogli in quell' iſtante dalla detta forza; laddove nel fluido, che comincia ad uſcire da un vaſo tutto l'effetto iſtantaneo di quella forza, che ſi adopera nel moverlo è quella quantità di moto infinitamente piccola, che naſce dalla quantità infinitamente piccola del fluido, che ſi eſpelle moltiplicata per quel grado finito di velocità, che la detta forza gli imprime. Dovendo dunque gli effetti iſtantanei adequati eſſere proporzionali alle loro cagioni (quando gl' iſtanti ſi prendano di durata eguale) la proporzione del detto moto iſtantaneo del ſolido al moto iſtantaneo del fluido ci moſtrerà la proporzione delle forze, che li producono. Ora la detta proporzione de' moti iſtantanei è quella delle ſomme de' medeſimi moti riſultanti dopo un tempo qualunque eguale finito, imperocchè ciaſcuna delle dette forze reſtando ſempre la medeſima produce in ogni iſtante una quantità di moto eguale a quella, che produſſe nel primo iſtante, e però in tempo eguale ſi producono ſomme di moto proporzionali a que' primi moti iſtantanei.

Prendendo dunque un tempo eguale finito, e per maggiore facilità ſcegliendo quello, in cui un corpo liberamente cadendo dalla quiete deſcrive tanto ſpazio quanta è l'altezza dell'acqua del vaſo ſopra il piano del foro, è manifeſto, che la ſomma de' moti iſtantanei del ſolido, che noi cerchiamo per tutto queſto tempo non è, che il prodotto della quantità della materia del ſolido per la ſomma di tutte le velocità momentanee da eſſo acquiſtate, cioè per la velocità totale, che il ſolido ha acquiſtata nel fine del detto tempo, e che parimente la ſomma, che noi cerchiamo de' moti iſtantanei del fluido per tutto il medeſimo tempo non è, che il prodotto della quantità della materia fluida uſcita dal vaſo nel detto tempo per quel grado di velocità coſtante con cui è uſcita. Ma queſta ſi ſuppone eguale alla detta velocità acquiſtata dal ſolido; dunque la forza, che s'impiega nel mover' il ſolido ſtarà alla forza, che s'adopera nell' eſpellere il fluido, come la quantità della materia del ſolido alla quantità della materia del fluido, che è uſcita nel tempo predetto, cioè (per le coſe accennate al §. *Un'altra eſperienza* dell' annotazione precedente) al doppio della colonna del fluido, che ſta a piombo ſopra il foro, o ſia come il peſo del ſolido al peſo del doppio della colonna del fluido. Ma la forza, che s'impiega nel mover' il ſolido è certamente eguale al peſo, anzi è lo ſteſſo peſo del ſolido, dunque la forza,

che si esercita nell' espellere il fluido è eguale al peso del doppio della colonna del fluido, il che &c.

Non dee fare difficoltà, che nel raccogliere la somma de' moti istantanei non abbiamo messo in conto quel di più di moto, che di mano in mano ha il solido in virtù delle velocità antecedentemente acquistate, ne parimente quello, che ha il fluido già uscito dal vaso in virtù parte della velocità, con cui uscì, e parte di quella, che gli va imprimendo la sua gravità propria nel cadere per aria, perocchè questi non sono effetti istantanei di quella forza, che spigne il solido, o il fluido, ma sono una continuazione dell' effetto delle velocità già impresse, e continuerebbero tuttavia, quand' anco s' intendesse distrutta quella forza movente, di cui sola consideriamo l' effetto a ciascuno istante.

Da questo discorso si può dedurre, che il semplice peso della colonna del fluido, che sta perpendicolarmente sopra il foro, da se solo non basterebbe, che per metà a cacciar fuori l' acqua con quella velocità, con cui esce dal vaso (se questa è eguale a quella d' un solido caduto da pari altezza) e per trovare il rimanente della forza a ciò necessaria ad altro si saprebbe ricorrere, che all' altr' acqua laterale, che è d' intorno alla detta colonna, e che spignendo secondo la comune proprietà de' fluidi, per ogni verso, venga come ad ischiacciare, e ad assottigliare quell' ultima falda, o gocciola d' acqua, che si presenta al foro (la quale sola può cedere a tal pressione per avere l' esito aperto per lo stesso foro) e con ciò fuori la sprema, succedendo essa a riempier d' intorno intorno ciò, che quella ha lasciato di vuoto presso gli orli del foro, onde poi nasca la contrazione del getto. E però si dee conchiudere, che la forza di tutta l' acqua laterale nel produrre questo effetto sia altrettanta, quanta è quella della colonna perpendicolare, con cui in fatti essa sta in equilibrio; se pure non si dee dire piuttosto, che tutto l' effetto dipenda dalla detta acqua laterale, e che la colonna verticale altro non faccia, che andare somministrando al foro nuove falde di se stessa, di mano in mano che la forza obbliqua le va spremendo, e cacciando fuori del vaso.

Quindi è, che se nel vaso altr' acqua non fosse, che quella, che sta a perpendicolo sopra il foro, come se il vaso fosse un tubo cilindrico pieno d' acqua, a cui tutto ad un tratto si levasse il fondo, non concepirebbe già l' acqua nel primo istante quel grado di velocità, che converrebbe alla sua altezza, ma comincerebbe ad uscire con quella velocità minima, con cui i gravi cominciano a cadere, e si andrebbe accelerando per que' medesimi gradi, che quelli si accelerano, ne solo le parti prossime al foro, ma eziandio tutte le altre superiori avrebbero in ciascuno istante la medesima velocità, ne più ne meno, che se il cilindro d' acqua fosse solido, e solamente giugnerebbe l' acqua a quel grado di velocità, che acquistano i solidi cadendo dalla detta altezza, quando dal tubo fosse uscita una quantità d' acqua eguale ad una sua intera tenuta; onde è, che per mantenere la superficie d' un tal vaso ad un' altezza permanente converrebbe nel versarvi l' acqua dalla parte di sopra andar secondando quelle diverse velocità, colle quali essa uscirebbe per l' orificio inferiore.

Non lascerò per ultimo di avvertire, che molto lume si potrebbe a mio credere ricavare in questa materia facendo le sperienze delle velocità in un vaso, in cui fossero due fluidi di peso notabilmente diverso (a cagione d' esempio argento vivo con sopravi acqua) e variando in più maniere le altezze dell' uno, e dell' altro fluido; e ciò specialmente potrebbe servire ad accertarsi se le velocità rispondino veramente alle pressioni, o alle discese, non dovendo allora esser queste nella ragione di quelle, come lo sono in un fluido omogeneo; ma il vaso vorrebbe essere assai ampio, affinchè in un tempo bastantemente lungo per assicurarsi delle velocità, non si abbassassero sensibilmente le superficie ne dell' uno, ne dell' altro fluido, con sospetto, che le velocità stesse andassero frattanto cangiando, e vi bisognerebbero sponde, e fondo di gran robustezza. Si potrebbe eziandio tentare con acqua, ed olio, dando all' uno, ed all' altro di questi fluidi una differenza ben grande d' altezza nel

vaso, il quale si richiederebbe allora assai alto.

ANNOTAZIONE V.

(Al Corollario 3. prop. 6.)

SE i fori saranno orizzontali, o verticali, o inclinati come si voglia, le velocità dell'acqua, che escono per essi saranno pure in proporzione dimidiata delle altezze.

Della verità di questo corollario, che è fondamentale nella presente materia, si è data nell'annotazione 4 bastante riprova per mezzo delle esperienze fatte nelle sponde de' vasi; ma siccome ne' fori verticali, o inclinati le altezze dell'acqua sono diverse, prendendone la misura da diversi punti della luce del foro inegualmente lontani dalla superficie, così è necessario avvertire, che quando il diametro del foro non fosse così piccolo da poterlo riputare come insensibile, allora si suppone comunemente dagli scrittori, e con essi dal nostro Autore, che eziandio le velocità ne' detti punti siano varie, e sempre stiano fra loro in ragione dimezzata delle dette altezze, essendo solamente eguali fra loro le velocità di que' punti della luce del foro, che sono situati ad uno stesso livello; e ciò ha luogo qualunque sia la figura del foro, e l'inclinazione del piano del medesimo.

Io non so veramente, che questa osservazione sia mai stata comprovata con alcuna sperienza, la quale non sarebbe difficile a farsi, raccogliendo secondo il solito l'acqua, che uscisse sotto un'altezza permanente in un certo tempo tenendo il foro del tutto aperto, e paragonandola colla somma di quelle, che uscirebbero in tempo eguale da tutte le diverse parti della medesima luce, le quali si andassero aprendo ora nella sommità, ora nel mezzo, ora nel fondo della medesima; per toglier con ciò ogni scrupolo, che potesse nascere se quell'acqua, che sgorga a cagion d'esempio dalla parte superiore alteri per avventura la velocità di quell'altra, che nel tempo stesso esce dall'inferiore; nè mi pare irragionevole un tal dubbio nella oscurità in cui siamo del modo, in cui opera
natura nel metter in moto il fluido. A
ne pur so se mai sia stato provato se fac
do correre ad un medesimo tempo l'acq
per due fori situati a diverse profond
sotto la superficie, e fra loro separati,
segua punto d'alterazione nelle veloci
Simili prove metterebbero in sicuro un
fatto, che dal nostro Autore, anzi da t
gli altri, si presuppone come certo, e
serve di fondamento a una gran parte
teoremi, che riguardano il corso de' fiu
e solo si vorrebbe aver riguardo all'eff
de' soffregamenti dell'acqua cogli orli
le aperture, per le quali si facesse uscire;
tal'effetto non dovrebbe essere molto
tabile, quando si trattasse d'una luce a
grande, non potendo allora l'acqua tra
nuta dal soffregamento avere gran prop
zione a tutta l'acqua, che uscirebbe
una tal luce.

Supposta intanto la verità di tale a
zione, cioè, che ne' fori delle sponde
vasi ciascuna parte dell'acqua abbia al
uscire la velocità in ragione dimidiata d
altezza perpendicolare della superfici
quella, che stagna nel vaso sopra quel p
to, onde ella esce, è manifesto, che la m
ma velocità converrà a quelle parti,
usciranno dal fondo di tale apertura
quale a maggior facilità si supporrà di f
ra rettangola) e la minima a quelle,
sgorgheranno dalla sommità di essa, o
nel sito di mezzo dee darsi un punto (o p
tosto una linea orizzontale) a cui conve
una velocità mezzana fra tutte quelle,
competono alle diverse parti di tutta l'a
tura, dimanierachè se tutta l'acqua,
per essa si scarica uscisse colla detta vel
tà mezzana, tanta appunto ne uscireb
quanta è quella, che esce colle dette v
cità diverse, e questa si chiama *velo
media* di quella apertura, o luce, e il p
to, a cui s'intende competere tale veloc
chiamasi *centro della velocità*. Il no
Autore nel suo trattato della misura d
acque correnti, e il P. Abate Grandi nel
del movimento delle acque anno insegn
il modo di determinare geometricamen
sito del punto predetto, il quale è div
secondo le varie altezze dell'acqua,
mai cade precisamente nel mezzo dell

tezza

tezza della luce, ma più vicino alle sommità di essa, che al fondo. Da ciò siegue, che se nella sponda verticale d'un vaso sarà una luce, da cui si faccia uscir l'acqua sotto diverse altezze permanenti della superficie di quella, che stagna nel vaso, le velocità medie saranno in ragione dimezzata delle altezze della detta superficie sopra il centro di velocità di quella luce, e nella medesima ragione saranno eziandio le quantità d'acqua, che ne usciranno in tempi eguali.

Sono stati alcuni, che anno messo in dubbio se quelle regole intorno alle velocità abbiano luogo anche nel caso, che la sommità della apertura fosse precisamente all'altezza della superficie dell'acqua, che si contiene nel vaso [nel qual supposto è chiaro, che la velocità della parte suprema, che si presenta all'apertura, cioè quella della superficie dell'acqua del vaso dee esser nulla] e però anno preteso non potersi le regole finora addotte applicare alle luci, o sezioni, onde i fiumi escono dalle loro vasche, mentre per lo più tali emissarj sono aperti superiormente a tutta altezza, o anco sopra l'altezza della superficie dell'acqua, che è nella vasca. Non si saprebbe tuttavia immaginare sopra di che fosse appoggiato un tal dubbio, anzi ciò pare contrario all'uniformità delle leggi della natura. Mentre se intenderemo, che una luce di costante grandezza si vada di mano in mano alzando, e accostando alla superficie dell'acqua del vaso, le velocità medie di essa serberanno sempre un certo ordine, che si potrà esprimere colle applicate di una curva tirate sempre per la sommità della luce, e che abbiano per ascisse le distanze di essa dalla detta superficie, onde strano sarebbe, che in quell'ultimo punto, in cui la sommità predetta arriva ad uguagliarsi alla superficie si cangiasse regola, e che l'applicata, la quale passerebbe per quel punto non esprimesse anch'essa la velocità media, che risponde a tal situazione. Ne si può addurre in contrario l'esperienza del vedersi in tal caso movere la superficie, che pure non dovrebbe moversi, perocchè, come altrove spiega l'Autore, ciò ragionevolmente si può attribuire all'imperfezione della fluidità dell'acqua, le cui parti anno qualche adesione fra loro, onde le inferiori movendosi strascinano seco le superiori. Anzi l'esperienza appunto pare, che stia a favore della dottrina finora spiegata, mentre fra quelle, che il Sig. Marchese Poleni nel suo libro *de motu aqua mixto* all'articolo 36 riferisce di aver fatte in un vaso, da cui usciva l'acqua per un taglio rettangolare aperto nella sponda fino alla sommità del vaso, alcune ve ne anno nelle quali essendo varia l'altezza dell'acqua entro il vaso ebbe campo di dedurre la proporzione della velocità media, e questa asserisce aver trovata appunto in ragione dimidiata delle altezze. Tale sperienza serve anco in parte a togliere l'altro scrupolo accennato di sopra intorno alla proporzione delle velocità de' diversi punti d'una medesima luce, e solo resterebbe, che si replicassero nelle luci totalmente sommerse sotto l'acqua nel modo indicato.

Egli è ben vero, che nell'applicare agli emissarj, onde escono i fiumi, ciò, che si è detto delle velocità delle semplici aperture fatte nelle sponde de' vasi, vi ponno essere altri capi di difficultà non disprezzabili; ma di ciò non è questo il luogo di trattare, riserbandoci di farlo più opportunamente nelle annotazioni al capo 4.

Pagina: 44

CAPITOLO SECONDO.

Dell' Origine de' Fonti naturali.

NOI vediamo per eſperienza, che dalla ſuperficie della Ter
ra ſcaturiſcono in molti luoghi le Acque, altre delle qua
li ſtanno racchiuſe in Luoghi, o Cavità particolari, ch
ſi chiamano Valche, o Catini; ed altre, ſormontando l
ſponde di eſſi, s'incamminano a qualche parte, o perdendo
dentro poco ſpazio nel terreno, ſe eſſe ſono ſcarſe; o pure incam
minandoſi all'unione di altre ſimili, ſe ſono più abbondanti, dal
la qual'unione ſe ne formano Ruſcelli, e da queſti inſieme uniti
Fiumi. Quindi non ſarà fuori di propoſito, ricercare l'origine d
queſt'acque, che ſi chiamano Sorgenti, o Fonti, e dedurne l'ori
gine de' Fiumi, per fondamento delle ſuſſeguenti conſiderazioni

Sopra queſta materia hanno i Filoſofi diverſamente congiettu
rato, poichè altri hanno creduto, che i Fonti abbiano origine dal
le ſole acque piovane; ed altri, che il Mare ſia quello, che ſom
miniſtri la materia a queſte Scaturigini. I Signori dell' Accademi
Reale delle Scienze inſtituita a Parigi da Luigi il Grande, hann
fatte moltiſſime oſſervazioni per decidere ſimile Queſtione, e ſe
guitando l'avviſo del P. Cabeo, e del VVreno, hanno cercato i S
gnori Perault, Mariotte, Sedileau, e de la Hire di aſſicurarſi dell
quantità dell'acqua, che cade dal cielo in un'anno, ſiaſi in piog
gia, o in neve, per paragonarla dipoi a quella, che corre dentr
gli Alvei de'Fiumi al Mare; ed oſſervando gli ultimi due, farſi an
che una grande evaporazione, tanto dall'acqua medeſima, quan
to dalla terra bagnata, hanno nello ſteſſo tempo oſſervata la quan
tità dell'acqua, ch'è ſvaporata negli anni medeſimi.

* ANNOT. I. * Il Sig. Mariotte fece fare da un ſuo amico l'oſſervazione
Dijon, e da eſſa determinò, che la quantità dell'acqua caduta i
un'anno, foſſe di oncie 17 di altezza; Il Sig. Perault l'oſſervò 1
in circa, con che s'accordano gli eſperimenti replicati delli Signo
ri Sedileau, e de la Hire, computando un'anno per l'altro; poi
chè nell'anno *1689* l'acqua delle piogge fu quaſi oncie 19, ne
1690 oncie 23, nel *1691* oncie 14 $\frac{1}{2}$, e nel *1692* oncie 22 $\frac{1}{4}$. * M
quello, che vi è di più conſiderabile, ſi è, che la quantità dell' ac

* ANNOT. II.

qua

qua ſvaporata ſopravanza di gran lunga, quella delle piogge, determinandola il Sig. Sedileau oncie 32 $\frac{1}{2}$ per anno; ond'è, che * ſebbene dalla terra bagnata non iſvapora tant' acqua, quanta dall' acqua ſola; nulladimeno non ſi può aſſai accertare, che l'acqua piovana baſti per mantenere tutti i Fiumi, ſenza l' ajuto di quella del Mare. * Il medeſimo Sig. Sedileau, *Nelle Memorie dell' Accademia Regia dell' Anno* 1693 ſervendoſi della portata di diverſi Fiumi, determinata, per eſtimazione in proporzione del Pò, dal P. Riccioli *al Lib.* 10 *della ſua Geografia Riformata*, calcola, che molto più acqua ſia portata da' Fiumi dell' Inghilterra, dell' Irlanda, e della Spagna al Mare, di quella poſſano provvedere le piogge, ſenza conſiderare la copia dell'evaporazione, che ſuccede in un' anno in tutta l'ampiezza di que' Regni, il che cagionerebbe tanto maggior differenza: ed abbenchè ragionevolmente ſi poſſa credere, atteſa la difficoltà, che porta ſeco la miſura dell'acque correnti, non aſſai ben conoſciuta al tempo, che vivea detto Padre, che le di lui eſtimazioni ſiano molto lontane dal vero (tanto più, che i Fiumi non portano ſempre ugual corpo d'acqua in tutto il tempo dell'anno, ed è aſſai difficile il trovarne il mezzo aritmetico) nulladimeno non può eſſere tanto il divario, conſiderata che ſia l'evaporazione &c., che reſti alterata la verità della conſeguenza, che egli ne deduce. * S'aggiunge, che molti ſono i Fonti, che ſenſibilmente non s'alterano dall'eſtate all'inverno, o almeno non a proporzione della quantità delle piogge, che cadono; e che altri ſono ſituati nelle cime de' monti altiſſimi, e ſcaricano in tutto l'anno copia d'acqua molto maggiore di quella, che ne' ſiti più alti di quel contorno cada dal cielo, come mi aſſerì di avere oſſervato nelle Alpi, due anni ſono, nel ſuo ritorno in Italia, il Sig. Gio: Domenico Caſſini (Soggetto, il cui ſolo nome vale per un' elogio intero) ed io pure ho veduto in diverſi luoghi, e particolarmente nelle montagne, che dividono lo ſtato di Milano da quello de' Svizzeri, e Valeſani. Si trovano anche diverſe Fontane, che ne' tempi più ſecchi dell'eſtate profondono l'acqua in maggior' abbondanza, che ne' piovoſi, e nell'inverno, * oltre che ſi ſa, che l'acqua delle piogge, e delle nevi non s'inſinua regolarmente, che pochi piedi ſotto la ſuperficie della terra, ſcorrendone una gran parte, duranti le piogge più impetuoſe, ed il gran

*Annot. III.

*Annot. IV.

*Annot. V.

*Annot. VI.

disſa-

disfacimento delle nevi, per lo declive de' monti, e per lo dol[...]
pendio delle pianure, senza entrare in minima parte dentro de' p[...]
ri della terra.

Non si può pertanto negare, che le acque piovane non contr[...]
buiscano molto a far' accrescere quella delle Sorgenti; poichè m[...]
nifestamente si vede, che ne' tempi più aridi molte di esse s' illa[...]
guidiscono; ed al contrario, dalle piogge ricevono nutrimento[...]
e vigore; Quindi è, che le acque de' Fonti medicinali, nelle st[...]
gioni piovose perdono, o sminuiscono la loro virtù, anzi in ve[...]
di essere profittevoli, si rendono nocive; * Ma, che l' acqua tut[...]
de' Fonti non riconosca altra origine, che dal cielo; questo è que[...]
lo, che non pare s'accordi assai bene, nè colla ragione, nè co[...]
esperienza, non solo per li motivi sopra addotti, ma per altri mo[...]
ti, che portano l' Erbinio nel Libro eruditissimo *de Cataracti*[...]
ed il dottissimo Sig. Bernardino Ramazzini nel suo giudiciosissim[...]
Trattato *De Fontium Mutinensium admiranda scaturigine*.

*Annot. VII.

Quelli poi, che hanno pensato derivare i Fonti dal Mare, no[...]
si sono punto accordati nel descrivere la maniera, con che le a[...]
que marine ascendano alle cime de' monti; Poichè * altri creden[...]
do, che la superficie del Mare sia più alta di qualsivoglia altissim[...]
monte, hanno detto, ciò farsi per la sola legge dell' equilibrio[...]
Ma vacilla il supposto, come ripugnante alla ragione, ed al sens[...]
Altri hanno indotta una circolazione perenne, comandata da[...]
Dio nella creazione dell' universo; Il che si ammette, ma p[...]
non crederla un perpetuo miracolo, è d' uopo cercare la causa[...]
che la promuove, e mantiene; Onde è, che alcuni hanno avuto r[...]
corso ad una facoltà attrattiva della terra, per mezzo della qua[...]
sian tirate le acque dal basso all' alto; ma questa, oltre l' essere im[...]
percettibile, non si vede, per qual motivo debba cessare, nel per[...]
mettere, che fa il corso dell' acque per gli Alvei, che le portano [...]
basso. Altri perciò hanno posta in campo una forza di pulsione fa[...]
ta da' flutti, e reciprocazioni dell' acque sotterranee, o da' ven[...]
racchiusi, e compressi nelle caverne de' monti alla maniera, che [...]
formano le Fontane pneumatiche; ma queste cagioni non sembra[...]
no di tanta energia, quanto basta per ispingere l' acqua fino a[...]
quella misura, alla quale in fatti sono elevate le cime di alcun[...]
monti sopra la superficie del Mare.

*Ann. VIII.

* Ha l' ingegnosissimo Descartes apportata un' opinione, forse [...]
più

*Annot. IX.

più probabile, e la più prossima al vero: Suppone egli, che la terra sia, presso che tutta, cavernosa, principalmente nelle viscere de' monti (proposizione, che non ammette dubbio veruno, tanti sono i riscontri, che se n' hanno nell' osservazioni della terra). Che di dette concavità, le più basse abbiano commercio, o mediato, o immediato col Mare, cioè a dire, che il Mare vi si porti dentro senza alcun' ostacolo, e senza mutare la qualità delle sue acque; o pure, che queste passando per qualche istmo intermedio di sabbia, o di ghiara, o di argilla, o di tufo, depongano le materie eterogenee ne' loro colatoj, ed entrino più purgate, e più pure nelle cavità della terra; E' poi certo, che questa possiede nelle sue viscere un calore assai sensibile (sia esso originato, o da' fuochi sotterranei, o d'altronde, poco importa) in maniera, che molte volte si vedono scaturire dalla terra acque così calde, che non ponno essere tollerate dalla mano; Siccome dunque si vede agire il calore del sole nelle acque, che si trovano sopra la terra, o nella di lei ultima crosta, sminuzzandole in vapori, e facendole ascendere ad una considerabile altezza nell' aria; così egli è probabile, che il calore interno della terra faccia svaporare le acque contenute nelle caverne inferiori, e che i vapori a poco a poco ascendano, finchè, o sminuendosi l'azione del calore, o conglomerandosi, ed unendosi a forza di un resistente (quale è creduta comunemente la densità, e freddezza de' sassi) degenerino in gocce, e vadano a colare in qualche ricettacolo, dal quale finalmente per le vene della terra, si portino alle proprie scaturigini. In questo passaggio, non è difficile a comprendersi, che i ricettacoli superiori, cioè più vicini alla superficie della terra, possano altresì ricevere l'acque delle piogge, e delle nevi insinuate, sì per li meati delle terre più porose, sì per le fissure de' sassi, che servono di fondamento al terreno; onde, quanto sono più frequenti, e copiose le piogge, tanto più cresce l' acqua ne' ricettacoli superiori della terra, che più in conseguenza ne somministrano a' Fonti. Questi Recipienti ponno essere, o uno, o molti per grado disposti, nelle loro altezze; e non solo si ponno intendere per cavità, o vasi, che contengano qualche copia d'acqua unita, ed ammassata in un luogo medesimo; ma anche per una sostanza terrea, e porosa, che s' imbeva, riceva, e tramandi gli umori acquosi, o per nuova esalazione alle parti più alte; o pure per insinuazione alle parti più libere, o vo-

te,

te, o aperte all'aria, come ſono le Vaſche, o Crateri delle Font
ne; Il che poſto, non credo, che poſſa immaginarſi alcuno acc
dente circa la natura delle Sorgenti, che non ſi poſſa eſattiſſima
mente con la predetta ſuppoſizione ſpiegare; onde intieramente
acquietandoci in eſſa, paſſeremo a dedurne l'origine de' Fiumi.

Egli è certo, che tutta l'acqua, che corre dentro gli alvei de
Fiumi, ha origine immediata, o da' Fonti, o dalle nevi liquefa
te, o dalle piogge. Sotto nome di Fonti, in queſto luogo, com
prendo anche i Laghi, Stagni, o Paludi, ſe queſte non abbian
il loro eſſere dall' influſſo de' Fiumi, o Rigagnoli, o altr' acque
ſopraterranee, ma bensì dalle ſole Sorgenti; E la ragione ſi è
che, o il Lago è effetto di una Sorgente ſola, ed in tal caſo non
egli altro, che la gran Vaſca d' una Sorgente, o pure riceve l'a
qua da più di eſſe, ed allora diventa una Vaſca ſola, comune a p
Fonti; ed abbenchè vi ſiano de' Laghi, che riconoſcano la lor
manutenzione da più cauſe, cioè, e dalle Sorgenti, e dagl' influ
di altre acque ſopraterranee, ed immediatamente dalle pioggе
medeſime; nulladimeno ſuſſiſte ſempre, che i Fiumi tutti da qua
cheduno de' tre principj ſopra memorati derivino. Rare volte
s' incontra, che da una ſola Fonte naſca un Fiume conſiderabile
ma frequentemente, e per lo più, s' ingroſſano i Fiumi per lo tr
buto, che ricevono, d' altri Rivoli, che da una parte, e dall' a
tra dentro vi corrono, e nel progreſſo, anche dall' influſſo di a
tri Fiumi, per un ſingolare artificio della Natura, che ne manda
molti ad unirſi inſieme, acciò più facilmente poſſano ſcorrere
loro termine, come a ſuo luogo ſi dirà.

Secondo le diverſe circoſtanze, ora comunicano i Fiumi p
li pori della terra una porzione dell' acque proprie alle parti v
cine; ora da queſte per la medeſima ſtrada ricevono qualche pi
colo tributo, vedendoſi molte volte uſcire dalle ſponde de' Fium
minutiſſimi zampilli di acqua, e ciò ſuccede ne' caſi, che la ſu
perficie de' Fiumi ſia più baſſa notabilmente, che 'l piano del te
reno contiguo, e che queſto ſia ben pregno d' umore ſommin
ſtrato o dalle piogge, o d' altronde; Nè v' ha dubbio, che il fon
do de' Fiumi, ſe è di ſoſtanza penetrabile dall' acqua, ſecondo
diverſa altezza del di lei corpo, che ſoſtiene, non ne riceva in
qualche abbondanza, e che la traſmetta a poco a poco, lung
l' andamento del Fiume medeſimo al Mare; poichè egli è certo

che

che ne' fiumi temporanei, i quali l'eſtate laſciano vedere il loro fondo aſciutto, ogni poco di foſſa, che ſi ſcavi, diventa una ſorgente; e ſcavandone molte, queſte hanno la loro ſuperficie diſpoſta in una certa pendenza paralella a quella, che gode l'alveo del fiume; ſegno evidente di qualche corſo ſotterraneo. Molto più è manifeſto il corſo de' fiumi ſotterranei, quando in tutto, o in parte, eſſi ſi precipitano nelle voragini, che incontrano, e dopo qualche tratto, di nuovo eſcono alla luce; poichè di queſti egli è certo, che trovano ſotto terra alvei, e laghi, per li quali ſi portano al luogo del nuovo sboccamento. Per fine non ſi può negare, che i fiumi non ricevano anche l'acque delle piogge, che dentro vi cadono; perchè, ſiccome da queſte ſi accreſce l'acqua ne' laghi, ne' ſtagni, e nel mare, così niuna ragione vuole, che le medeſime non ſomminiſtrino anche qualche debole alimento al corſo de' fiumi.

ANNOTAZIONI
AL CAPO SECONDO.

ANNOTAZIONE I.

(Al §. *Il Sig. Mariotte*)

IL *Sig. Mariotte fece fare . . . l'oſſervazione a Dijon, e da eſſa determinò, che la quantità dell' acqua caduta in un' anno foſſe di once 17 d' altezza.*

Queſte oſſervazioni ſono poi ſtate continuate in Parigi da diverſi altri della Accademia Reale delle Scienze, cioè oltre i Sig. Perault, Sedileau, e de la Hire, che quì ſono nominati, anco da' Sig. Maraldi zio, e nipote, e da queſt' ultimo tuttavia ſi vanno proſeguendo, e l'eſperienza di molti anni ha moſtrato, che la quantità dell' acqua, che piove colà un' anno per l'altro torna in once 19, o piuttoſto in queſti ultimi anni in 18 in circa del piede di Parigi. Ma eſſendoſi fatte altre ſimili ſperienze in altri luoghi della Francia, non ſi è trovato, che riſpondano troppo bene a queſta miſura, anzi quaſi per tutto notabilmente creſcono ſopra di eſſa. Avvertì già il Sig. de la Hire nelle memorie della ſteſſa Accademia del 1710 col paragone da lui fatto delle miſure preſe a S. Malò, a Lione, ed altrove, che ne' luoghi più proſſimi, o al mare, o al monte piove aſſai più, che a Parigi, la cui ſituazione è come nel mezzo fra il monte, ed il mare, di maniera, che la detta altezza di once 18, o 19 ſi dee riputare piuttoſto la minima, che la mezzana tra quelle, che nella Francia ſono ſtate oſſervate.

Molto più di pioggia è ſtato trovato cader nell' Italia, la quale per eſſere ſecondo la ſua lunghezza bagnata da due mari poco fra loro diſtanti, ed oltre ciò ſpartita per lo lungo, e poi anco chiuſa, e terminata da altiſſime montagne, dee per l'uno, e per l'altro titolo abbondare di piogge più della Francia. Per le ſperienze continuate molti anni in Piſa dal Sig. Tilli, egregio profeſſore in quello ſtudio, le piogge ſi alzano ivi ragguagliatamente a 33 once, e in Livorno a 35 once della

stessa misura del piede regio di Parigi. Molto maggiore è stata rinvenuta tal quantità in Modena dal celebre Sig. Domenico Corradi Matematico di S. A. Serenissima, risultando dalle sue osservazioni di 10 anni, cioè dal 1715 al 1724 once 47, e 0 linee per ciascun anno, e nella provincia montuosa di Garfagnana al fiume Volastro l' altezza riesce ancora assai maggiore, e quasi doppia di questa, cioè once 92, e linee 2, secondochè egli medesimo ha dedotto dalle misure ivi prese negl' anni 1715, e 1716, comecchè questi due anni fossero de' più scarsi d' acqua.

Fra le montagne colle quali confina a Settentrione l' Italia, cioè nell' Elvezia, il dottissimo Sig. Scheuchzer misurò a Zurigo le piogge dell' anno 1720 di once 32, linee 6, e mez., nel qual' anno a Parigi non furono, che once 21, linee 9, e mez. In Bologna ne abbiamo le osservazioni di 14 anni dal 1723 al 1736 fatte insieme con quelle de' barometri, de' termometri, de' venti, e delle meteore con esattezza, e giudicio incomparabile dal Sig. Jacopo Bartolomeo Beccari, uno de' maggiori ornamenti di questa Università, e di questo Istituto delle Scienze, per le quali osservazioni si trova essere piovuto ragguagliatamente once 26, linee 4 sempre della predetta misura. Finalmente in Padova l' altezza delle piogge si accorda a un dipresso con quelle di Parigi, per quanto leggo in una annotazione annessa al libro dell' origine delle fontane del Sig. Vallisneri a carte 170, ove tal notizia si dice ricavata dal Sig. Marchese Poleni insigne matematico di quella famosa Università.

ANNOTAZIONE II.

(Al § suddetto *Il Sig. Mariotte*)

M*A quello, che vi è di più considerabile si è, che la quantità dell' acqua svaporata sopravanza di gran lunga quella delle piogge, determinandola il Sig. Sedileau di once 32, e mez. per anno.*

Anche questa ricerca, rispetto all' evaporazione dell' acqua del mare è stata proseguita dall' acutissimo filosofo il Sig. Hallej con esatte esperienze riferite al numero 189 delle transazioni della Società Regia d' Inghilterra. Avendo egli ridotta l' acqua di un vaso a quel grado di salsedine, che ha l' acqua marina, e fattale concepire quella temperie, che presso di noi ha l' aria nel tempo della più calda estate (dell' uno, e dell' altro si accertò egli con somma industria, ed accuratezza) trovò, che nello spazio di due ore avea scemato tanto del primiero peso quanto in quel vaso rispondeva in altezza alla parte trigesima quinta di un dito del piede di Londra, la qual misura gli piacque tuttavia di ridurre al solo sessantesimo di un dito, credo per adattarla ad un grado di calore estivo minore del massimo; il che nello spazio di 12 ore monta alla decima parte di un dito della detta misura; e però figurando, che in tempo di notte niente affatto si svapori dal mare, ne mettendo eziandio in conto quell' evaporazione, che succede nelle prime, e nelle ultime ore del giorno (lungo in questi climi l' estate assai più di ore 12) si può esser certo, che la detta quantità della decima parte d' un dito di Londra sia anzi meno, che più di tutta l' evaporazione del mare in un giorno estivo, che sarebbe in ragione di 9 dita di Londra, cioè di once 8, e mez. del piede di Parigi in tutto il corso de' tre mesi d' estate. A questa quantità si dee aggiugner quella, che svapora nelle altre stagioni dell' anno, che pur' è qualche cosa, e quell' altra molto maggiore, che non dal caldo dell' aria, ma dal vento vien sollevata, e di cui troppo difficile sarebbe far esperimento, ma quanto grande ella sia si può raccorre dalla comune osservazione, per cui veggiamo, come sollecitamente per poco di vento che spiri, si rasciughino i panni bagnati esposti all' aria aperta; e questa ha luogo (particolarmente sopra il mare) in ogni stagione dell' anno, ne più il giorno, che la notte, onde chi ne supponesse l' effetto in capo all' anno doppio di quello del semplice calore, non potrebbe a mio credere essere tacciato di peccare in eccesso. E però ben ponderando il tutto si troverà, che le once 32, e mez. tassate dal Sig. Sedileau non si debbono giudicare soverchie. Egli è ben vero, che quella parte di evaporazione, che dipende da

Ca-

calore non si può supporre eguale in ogni tratto di mare, perciocchè il calore estivo non è per tutto di eguale intensione, onde qui ancora, come nelle piogge, si vuole avere riguardo alla diversità de' luoghi. Ma essendosi in queste sperienze preso per norma quel grado, che conviene alla nostra zona temperata, non si potrebbe errar di molto considerando la misura ritrovata dell'evaporazione, come universale per tutti i mari, comecchè il Sig. Hallej a maggior sicurezza non se ne vaglia per ricavarne alcuna conseguenza, fuor che nel solo mare Mediterraneo.

ANNOTAZIONE III.

(Al medesimo § *Il Sig. Mariotte*)

S*Ebbene dalla terra bagnata non isvapora tant' acqua, quanta dall' acqua sola, nulladimeno non si può assai accertare, che l'acqua piovana basti per mantener tutti i fiumi senza l' ajuto di quella del mare.*

Di molto momento è questa riflessione dell' Autore sopra l' acqua, che svapora dalla terra dopo le piogge per non prender abbaglio in que' calcoli per mezzo de' quali si cerca se le sole piogge bastino per fornire a' fiumi tutta l' acqua, che essi portano in un tal tempo, come v. g. in un' anno. Certamente si può dare, e si dà spesse volte, e specialmente nelle stagioni alquanto calde, e quando la terra è assai sitibonda d'umore, che dopo le piogge buona parte di quella, che è caduta sopra terra si rialzi ben tosto in vapori, e costipata di nuovo in nubi ricada in piogge, nè ciò una sola, ma due, tre, e più volte di seguito, e ciò visibilmente si scorge fra le montagne, sopra le quali si alzano a piombo, come delle fumate, che ne inviluppano le sommità, e si sciolgono ben tosto in acqua, onde comunemente si prendono per presagio di vicina pioggia; e qualche cosa di simile avviene anco nelle pianure, quando le piogge si vanno alternando colle nebbie, la cui materia ben si comprende talvolta non esser portata altronde, ma rinascere, e sollevarsi dall' istessa terra, su cui è piovuto; e comecchè non sia possibile determinare quanta parte di acqua sia quella, che in ciascuno di tali casi torna a cangiarsi in vapori, e quanta quella, che è restata fra le vene della terra a poter dare alimento alle sorgenti de' fiumi, egli pare tuttavia, che quella prima non possa essere sì poca cosa, vedendosi in tali occasioni, che dopo larghe piogge ne sieguono altre quasi egualmente dirotte. Converrebbe dunque sapere la quantità dell' acqua svaporata, e diffalcarla da tutta quella, che è piovuta, per accertarsi di non mettere due, e tre, e forse dieci, e più volte una medesima quantità d' acqua nel conto di quella, che può servire alle fontane naturali.

Sarebbe oltre ciò da detrarre dall' acqua delle piogge quella, che passa in nutrimento delle piante, poca secondo alcuni, ma non così poca secondo altri, giacchè ne pur quella concorre ad ingrossar le sorgenti. Nè si può sfuggire tal necessità col motivo, che questa ancora nel traspirare, che fanno le piante torni a ridursi in vapori, e finalmente in piogge, perocchè sempre ha luogo il discorso poc' anzi fatto di non doversi mettere di bel nuovo a calcolo dell' entrata ne' fiumi ciò, che una volta vi è stato messo.

ANNOTAZIONE IV.

(Al suddetto § *Il Sig. Mariotte*)

I*L medesimo Sig. Sedileau .... servendosi della portata di diversi fiumi determinata per estimazione ... dal P. Riccioli .... calcola, che molto più di acqua sia portata da' fiumi dell' Inghilterra, dell' Irlanda, e della Spagna al mare di quella possano provvedere le piogge, senza considerare l'evaporazione, che succede in un' anno in tutta l' ampiezza di que' Regni &c.*

Tutto il contrario di quello, che parve al Sig. Sedileau era paruto al Sig. Mariotte nel paragonar, che fece (parte 2 discorso 2) la portata del fiume Senna da lui medesimo stabilita, colla quantità della pioggia, che cade in un' anno sopra tutto il terreno, da cui quel fiume riceve le acque (la qual pioggia suppose di once 15 con tutto che sia di 18, o 19) avendo egli calcolata la misura di questa più di sei volte maggiore

dell' acqua, che porta il fiume; d'onde conchiude, che quando la terza parte delle piogge esalasse in vapori immediatamente dopo esser caduta, e la metà del rimanente restasse imbevuta tra le parti superficiali della terra per mantenerla umida, e solo il di più penetrasse al di dentro, per passar quindi per occulti canali ad alimentar le sorgenti, ve ne sarebbe di soverchio per somministrare a' fiumi tutta quell' acqua, che realmente scorre per essi.

La gran differenza tra le conseguenze ricavate da questi due celebri uomini intorno a tal particolare provviene più che da altro dalle diverse supposizioni, che essi anno seguite nel calcolare la quantità dell' acqua portata da' fiumi in un' anno, e questo è veramente ciò, in che consiste la massima difficultà della presente ricerca. Tal difficultà si può dire, che abbia due capi principali. Il primo è nel giudicare della velocità assoluta di un fiume, notizia, che è indispensabilmente necessaria oltre quella della larghezza, e profondità per dedurne la misura dell' acqua, che egli porta. Quand' anco si potesse sapere la velocità della superficie nel filone non vi è alcuna regola ben certa per dedurne quella o sia delle parti laterali della stessa superficie, o sia delle interne sotto di essa, e volendosi ancora seguire intorno a ciò le ipotesi del nostro Autore, già si è accennato nel capo primo, e si vedrà di nuovo nel quarto, e nel settimo, niente potersi sapere di preciso perciò, che riguarda le velocità assolute, sì, perchè i numeri della tavola, che egli dà per trovarle non sono sicuri se non in quanto giusta è la proporzione per essi indicata, sì anche, perchè troppo si può errare addattando alle sezioni de' fiumi naturali, impediti per lo più da tanti ostacoli, le misure delle velocità calcolate per le acque, che scorrono libere da ogni resistenza. Che se pur si stimasse poterne venire a capo per mezzo delle osservazioni attuali delle velocità delle diverse parti dell' acqua d' una sezione, dedotte dalle deviazioni dal perpendicolo de' pendoli sommersi nell' acqua, qui ancora per rilevare la misura assoluta delle velocità conviene valersi di teoremi non bene accertati, e la stessa pratica di tal metodo richiederebbe un gran numero di osservazioni difficili, e soggette a diverse fallacie, come si vedrà nell' annotazione 12 del capo 7.

L' altro capo di difficultà nasce dalla diversità degli stati del fiume in diversi tempi dell' anno, attesa la quale, quando anco si sapesse la portata di esso in qualche stato, come a cagion d' esempio nelle massime piene, ciò non bastarebbe se non si cercasse anco negli altri stati, perocchè in ciascuno di essi, oltre l' altezza, e la larghezza si può eziandio cangiare la velocità, e quello, che forse è più difficile, converrebbe in oltre tener conto quanta parte dell' anno soglia mantenersi il fiume in ciascuno di que' diversi stati per trovare quel mezzo aritmetico, che qui accenna l'Autore, non servendo il prendere una portata mezzana fra le estreme se non si ha eziandio riguardo alla diversa durata di ciascuno degli stati predetti; e forse da questa più che da altra cagione dipende la gran differenza fra' predetti calcoli.

Ove poi la quantità d' acqua, che un fiume scarica in un' anno fosse ben certa, per paragonarla colla quantità osservata delle piogge cadute parimente in un' anno soprattutto quel tratto di terra, che o tramanda acqua nel fiume per mezzo de' torrenti, o potrebbe tramandarvela a poco a poco ricettandola intanto nelle vasche, onde sgorgano le fontane (tratto non così facile a determinarsi, massimamente a riguardo di queste ultime) converrebbe prima fare un' altro ragguaglio delle diverse altezze, alle quali montano le piogge nella parte piana, nella montuosa, e nella marittima del detto tratto, con aver riguardo eziandio all' estensione di ciascuna di queste parti; e dopo ciò darvi un diffalco per conto di quell' acqua, che svapora dalla terra umida, e di quella, che va in alimento delle piante, come nella precedente annotazione si è veduto, il qual diffalco è estremamente difficile a farsi, ne io saprei alcun modo di accertarlo, neppure prossimamente.

Da tutto ciò si può inferire quanto sia difficile il decidere questa celebre quistione anco rispetto a un solo fiume, non che a tutti i fiumi del mondo; e quanto siano lontani dall' evidenza, che alcuni anno pre-

pretesa, i giudicj, che ne sono stati dati ora per l'una, ora per l'altra parte; se pure non si vuol' ammettere per evidente un calcolo, per cui si conchiuda, che una certa quantità d'acqua, che non ben sappiamo, detrattane un'altra, che assolutamente non sappiamo, sia eguale, o maggiore, o minore d'un'altra, che sappiamo anche meno di quelle.

Egli è ben vero, che nelle osservazioni, che si fanno della quantità dell'acqua, che piove non si tiene, nè si può tener conto se non di quello, che ne' luoghi comunemente abitati dagli uomini va cadendo in forma d'acqua, di neve, di gragnuola, di brina, e al più di rugiada; ma oltre questa avvertì già il Sig. Halley, e dopo esso il Sig. Jurin nella sua appendice alla geografia del Varenio cap. 16 prop. 5, che nelle più alte cime de' monti può spesse volte adunarsi gran quantità di vapori fin colà sollevati da' venti, e discioglierli in piogge, le quali altrove non vengono osservate; e queste penetrando tra le fenditure della terra, e nelle cavità di essa ponno somministrare materia per le fontane, le quali appunto tutte, o quasi tutte dalla montagna si veggono scaturire. L'istessa nebbia, che sì spesse volte inviluppa alcuni monti, e sopra di essi si posa per giorni, e per mesi interi, ancorchè altrove l'aria sia perfettamente purgata, pare, che persuada dovere restar' ivi la terra quasi perpetuamente imbevuta di quelle minute stille, che poi si adunano in forma di gocce. Di queste racconta il Sig. Halley avere osservata tal copia in tempo di notte nell'isola di S. Elena, e sopra un monticello non molto elevato, che nello spazio di 7, o 8 minuti ne rimasero appannati i vetri de' telescopj de' quali si serviva per le osservazioni celesti, e inzuppate le carte, su cui le notava. Ben potrebbe darsi, che coteste per così dire occulte, e quasi perenni piogge sopra i monti supplissero a ciò, che per avventura si trovasse mancare alla somma di quelle, che ne' luoghi abitati si osservano, e si raccolgono per pareggiar la portata de' fiumi.

ANNOTAZIONE V.

(Al medesimo §. *Il Sig. Mariotte*)

S'*Aggiugne, che molti sono i fonti, che sensibilmente non si alterano dall'estate all'inverno . . . . . e che altri sono situati nelle cime de' monti altissimi, e scaricano in tutto l'anno copia d'acqua molto maggiore di quella, che ne' siti più alti di quel contorno cada dal Cielo.*

La considerazione poc'anzi fatta dell'alimento quasi perpetuo, che tra le montagne ponno ricevere i fonti naturali da' vapori sciolti in gocciole o alle cime, o alle falde di esse può forse servir di risposta ad amendue le difficultà, che qui si movono dall'Autore. Quando ciò non paresse bastare, molte altre risposte si ponno vedere nella lezione accademica del Sig. Vallisneri sopra l'origine delle fontane, nelle note, che lo stesso chiarissimo Autore vi aggiunse, e nelle altre scritture appartenenti all'istessa materia, che si trovano unite alla detta lezione, e stampate in Venezia del 1726, e specialmente nelle sensatissime annotazioni dell'Anonimo, che cominciano a carte 143; le quali scritture tutte finiscono di mettere in ottimo lume l'opinione oggimai più comune tra' filosofi, e che confesso sembrare a me ancora la più probabile, che l'origine de' fonti si debba riconoscere da quell'umore, che cade da alto sopra la terra, senza che faccia uopo d'immaginare altre occulte strade, ne altri difficili meccanismi per li quali le acque del mare si sollevino per entro le viscere della terra fino alle cime delle montagne. Per quello specialmente, che riguarda lo scaturire d'alcuni fonti dalle cime predette, osserva il Sig. Vallisneri non darsi mai un tal caso se non dove in non molta distanza si trovino altri monti più elevati di quello, onde escono tali sorgenti; e però pensa, che le acque cadute sopra que' luoghi più alti siano quelle, che le alimentino, facendosi strada a giugnervi sopra quegli strati di pietra, di tufo, di creta, o d'altra simil materia impenetrabile all'acqua, che il Sig. Scheuchzero, e il Sig. Vallisneri stesso con altri anno osservato trovarsi quasi sempre nell'interna

strut-

ſtruttura de' monti, e che ſpeſſo piegandoſi, e inarcandoſi da un monte all'altro ponno preſtare ufficio come di tanti ſifoni per far riſalire le acque predette; ſpiegazione certamente ingegnoſa, tuttavolta che tali ſtrati ſi trovino di quà, e di là fiancheggiati per lo lungo, e chiuſi come da due ſponde di ſimil materia non penetrabile dall'acqua, ſicchè eſſa non poſſa gemere, nè trapelar fuori lateralmente dalle parti più baſſe di tali ſifoni, ma debba per neceſſità rimontare per eſſi allo insù per andarſi ad equilibrare colla ſua origine.

ANNOTAZIONE VI.

(Al medeſimo § *Il Sig. Mariotte*)

Oltre di che ſi ſa, che l'acqua delle piogge, e delle nevi non s'interna regolarmente, che pochi piedi ſotto la ſuperficie della terra.

Anche queſta difficultà reſta tolta di mezzo nel detto libro, e particolarmente nelle annotazioni dell'Anonimo a carte 291, e ſeguenti, ove ſi portano diverſe ſperienze le quali convincono penetrare l'acqua entro la terra ad incredibili profondità, eſſendovi fra' terreni non coltivati fenditure, e canali, che cominciano preſſo la ſuperficie, e s'internano molto addentro, al contrario di quel, che accade nella terra rimoſſa, e ſpianata de' campi, di cui ſolamente la croſta s'imbeve d'umore a poca groſſezza.

ANNOTAZIONE VII.

(Al § *Non ſi può*)

Ma, che l'acqua tutta de' fonti non riconoſca altra origine, che dal Cielo, queſto è quello, che non pare s'accordi aſſai bene nè colla ragione, nè coll'eſperienza non ſolo per li motivi addotti, ma per altri molti &c.

A tutti queſti motivi parmi, che ſia ſtato baſtantemente riſpoſto nel detto libro, a cui perciò rimetto chi più brama in tal propoſito. Soprattutto ſtimo, che debba fare gran forza, che eſſendo già fuor di dubbio, che le piogge, le nevi, e tutto il rimanente dell'acqua, che cade da alto ha qualche parte, anzi ha grandiſſima parte nell'origine delle fontane, non par ragionevole il non voler riconoſcere eziandio tutto il rimanente dalla medeſima cagione almeno finchè non reſti poſitivamente dimoſtrato, che eſſa non baſti a mantenere quella quantità intera d'acqua, che i fiumi portano, il che per le coſe dette troppo è difficile da ridurre a calcolo.

ANNOTAZIONE VIII.

(Al § *Quello poi*)

Altri credendo, che la ſuperficie del mare ſia più alta di qualſivoglia monte anno detto ciò farſi per la ſola ragione dell'equilibrio.

Che la ſuperficie del mare ſia più alta de' monti può eſſer caduto in penſiero a chi non eſſendo iſtrutto de' principj della geografia non diſtingue fra un piano tangente la terra, e una ſuperficie veramente orizzontale, cioè concentrica alla terra. Ma, che ciò non oſtante le acque del mare poſſano ſalire fino alle cime de' monti per la ſola forza dell'equilibrio è ſtata un'ingegnoſa riflessione d'uno de' più inſigni filoſofi, e matematici del noſtro ſecolo, il Sig. Giovanni Bernulli. Conſiderando egli, che l'acqua dolce è più leggera della ſalſa, argomenta, che ove nel profondo del mare l'acqua deponeſſe come in un colatojo quel ſale, con cui intimamente è meſcolata, onde paſſando dolce per li pori della terra, e penetrando poſcia per ſegreti canali, e cunicoli poteſſe di nuovo riſalire a livello della ſuperficie del mare, non ſi potrebbe già arreſtare, nè equilibrare a tal ſegno, ma ove i medeſimi tubi foſſero continuati allo insù verſo l'alto delle montagne, potrebbe alzarſi dentro di eſſi finchè nel fianco, o nella cima d'un monte trovaſſe eſito aperto nell'aria. Ma una tale ipoteſi è ſoggetta a difficultà al mio parere inſuperabili, che ponno leggerſi nelle annotazioni ſpeſſe volte mentovate alla lezione del Sig. Valliſneri. Si moſtra ivi con evidenza quaſi geometrica l'impoſſibilità di tali colatoj in qualunque modo ſi pretenda, che operino nel ſeparare il ſale

dall'

dall'acqua marina. Si riflette oltre ciò, che non potendo con un simile meccanismo alzarsi l'acqua dolce sopra la superficie della salsa se non quanto porta la ragione reciproca delle gravità specifiche dell'una, e dell'altra, ed essendo le dette gravità prossimamente secondo alcuni come 46 a 45, al più secondo altri come 103 a 100, ne siegue, che la profondità del mare dovrebbe essere almeno 100 di quelle parti, tre delle quali fanno l'altezza sopra la superficie del mare delle cime più elevate onde sgorghino fonti sopra la terra; onde trovandosene talvolta all'altezza di tre miglia Italiane in circa dovrebbe il mare in qualche luogo esser profondo intorno a 100 miglia: profondità per dir vero troppo incredibile, e lontana da tutte quelle fino alle quali si è potuto esplorare il fondo del mare con lo scandaglio; per tacere, che l'acqua dolce obbligata a montare allo insù per condotti lunghi più di 100 miglia (dopo aver camminato orizzontalmente talvolta più d'altrettanto ad effetto di ridursi a piombo sotto le predette montagne, il più delle volte assai lontane dal mare) non potrebbe in un cammino così lungo, così obbliquo, e così pieno d'intoppi qual si può credere, che questo sarebbe, con quella forza, che le imprimesse il solo piccolo eccesso della gravità dell'acqua del mare sopra la sua propria, arrivare, che a gran fatica, e dopo gran tempo a tanta altezza; e giuntavi dovrebbe appena poterne gemere, e trasudar fuori con lentissimo corso, e non con quella vivacità, e celerità di moto con cui si veggono talvolta spicciar fuori gli zampilli delle sorgenti. Altre istanze si ponno leggere nelle allegate annotazioni a carte 152, e seguenti.

ANNOTAZIONE IX.

(Al § *Ha l'ingegnosissimo*)

H*A l'ingegnosissimo Des Cartes apportata un' opinione forse la più probabile, e la più prossima al vero &c.*

Non lascia anche questa opinione d'esser soggetta a gravi difficultà, come si può veder nelle note del Sig. Vallisneri alla detta sua lezione. Contuttociò non si vuol negare, che ella non sia la meno assurda fra quelle, che deducono l'alimento de' fonti da una occulta circolazione delle acque del mare per entro le viscere della terra; e quando veramente vi fosse una precisa necessità di cercar qualche ipotesi per supplire al difetto delle piogge nell'uso predetto, a questa, più che ad altra si potrebbe per avventura far ricorso. Darebbe tuttavia grande imbarazzo nel sostenerla un' osservazione fatta dal Sig. Vallisneri se ella fosse costante, e perpetua, cioè, che non si veggano giammai sorgenti uscire di sotto, ma sempre di sopra a quegli strati de' monti, che sono di materia impenetrabile all'acqua; mentre se gli strati predetti debbono secondo tal' ipotesi servir di lambicchi a' vapori sollevati entro terra, per fermarli, e ridurli in gocciole d'acqua, tutto il contrario si dovrebbe osservare. Veggasi anco intorno a ciò quello, che il Sig. Vallisneri ne ha scritto ne' luoghi accennati.

CA-

CAPITOLO TERZO.

Della diviſione de' Fiumi, loro parti, attinenze, e denominazioni.

SIN quì ci ſiamo ſerviti del nome di fiume in generale; ora è neceſſario di conoſcere più diſtintamente le differenze de' fiumi; le parti, che li compongono, e tutte le coſe concernenti ad eſſi, inſieme con le denominazioni proprie di tutti, per non avere obbligo in avvenire, di ſervirſi di periſraſi, e per potere in poche parole ſpiegare ciò, che occorrerà.

Le acque dunque, che corrono per la ſuperficie della terra, eſercitano il loro moto dentro una cavità diſteſa per lunghezza, dal principio ſuperiore del ſuo corſo, ſino al fine, e ſi chiama *alveo*, *letto*, o *canale*. La parte inferiore dell'alveo, cioè quella, ch'è premuta dal peſo dell'acqua, ſi chiama *il fondo;* e le parti laterali, le quali contengono l'acqua riſtretta, e ſollevata di ſuperficie, a qualche altezza, ſi chiamano *ſponde*, o *ripe*.

Ponno eſſere queſte, o naturali, o artificiali: *Naturali*, quando non hanno ricevuto il loro eſſere dalle operazioni degli uomini, ed *artificiali* all'incontro; Le *ſponde naturali* ſono pure di due ſorte, poichè * o la natura le ha formate ſcavando il terreno, come ſono quelle de' fiumi, che corrono fra terra, e queſte ſaranno dette da noi *ſponde naturali per eſcavazione*, ovvero alzando le parti laterali al corſo dell'acqua colle depoſizioni del limo, e queſte le chiameremo *ſponde naturali per alluvione*. Le artificiali ponno eſſere di diverſa natura, ſecondo la qualità dell'artificio, e della materia, ma per lo più ſi chiamano *argini*, cioè, quando ſono formate di terra ammaſſata inſieme, ed elevata a tanta altezza, che baſti a ſoſtenere la maggior' eſcreſcenza dell'acque.

*Annot. I.

La diverſa diſpoſizione delle ripe è cagione della loro diverſa denominazione; atteſochè, ſe la ripa è perpendicolare all'orizzonte, ſi chiama *piarda*, che può eſſere *baſſa*, *alta*, o *mezzana*, ſecondo che il ſito perpendicolare ſi trova all'alto, al mezzo, o al baſſo della ripa medeſima. *Ripa* ſemplicemente ſi dice, quando con una mediocre pendenza va a poſarſi ſul fondo del fiume; * ma ſe queſta pendenza s'avanzaſſe dentro l'alveo del fiume conſiderabil-

*Annot. II.

bilmente, ed in maniera, che si mettesse insensibilmente sotto l'acqua, spingendo il corso dalla parte opposta, si nomina, *spiaggia*; ed *alluvione* qualvolta, pure insensibilmente crescendo, arriva a formare nuova sponda al fiume, distinta dalla precedente.

I fiumi, che hanno bisogno d'argini, hanno anche, per lo più, distinte le sponde in più parti, osservandosi, che tra gli argini (che sono l'ultime sponde destinate a contener l'acqua nella sua maggior'altezza) sta disteso un canale, che propriamente si dice *alveo del fiume*, con le sue ripe non tanto alte, che nell'escrescenze non siano sormontate; * Tutto il terreno, che sta fra detta ripa, e l'argine, si chiama *golena*, o *banca*, o *ghiara*, abbenchè questi due ultimi nomi abbiano anche altra significazione; Dopo questa, immediatamente siegue il *piede dell'argine*, la cui pendenza dalla parte della golena si chiama *scarpa inferiore*, e quella dalla parte della campagna *scarpa esteriore*; siccome si chiama *piano dell'argine* la parte superiore di esso, e *base dell'argine* la somma delle due scarpe, e del piano; e *ciglio dell'argine* l'angolo, che forma la scarpa dell'argine col piano di esso. *Annot. III.

Il corso, che hanno i fiumi per li loro alvei non è in tutti i luoghi uniforme, e si osserva, che la maggiore velocità cammina, regolarmente, a seconda della maggior profondità, in maniera, che dove il fondo è più basso, ivi maggiore è la velocità; dove più alto, ivi minore; e questa parte più veloce si chiama *filo*, o *filone*, e da alcuni *spirito del fiume*, e da altri *testa*, o *via dell'acqua*, e si conosce dalle materie, che galleggiano sopra l'acqua, le quali a lungo corso, sono portate tutte ad unirsi, dove l'acqua è più veloce. Ne' fiumi, che sono distesi in linea retta, trovasi il filone nel mezzo, ma in quelli, che descrivono linee curve, s'accosta, ora alla destra ripa, ora alla sinistra, secondando il giro del fiume, ed è causa, che quelle ripe, alle quali esso s'accosta considerabilmente, si chiamino *botte*, e queste sono nella parte concava della curvità; e quelle di rincontro, dalle quali il filone si scosta, sono dette *spiagge*, come di sopra si è accennato. Le botte o resistono alla corrosione delle ripe, o no; se resistono non cambiano nome, * ma, se cedono, acquistano quello di *botte corrose*, o *corrosioni*, che sono differenti, secondo la diversa situazione, che acquista la ripa, denominandosi *piarde*, secondo la già detta significazione; o *froldi*, se per la corrosione avanzata, si tolga la ripa della golena, sottentrando l'argine *Annot. IV.

 a fa-

a fare l' ufficio della ſponda intiera, onde per differenza conſtitutiva di ciò, ch' è ſignificato con queſto nome, baſta, che il piede dell' argine ſia bagnato dal fiume in acqua baſſa: Che ſe poi foſſe anco corroſo, allora chiamerebbeſi *froldo in corroſione*, o *argine corroſo*.

Le differenze de' fondi ſono, che queſti ſi chiamano, o vivi, o morti: *fondo vivo* è quello, che avrebbe il fiume, ſe l'acqua correſſe uniformemente in tutte le ſue parti, e queſto ſi diſporrebbe in uno, o più piani &c. ſecondo le diverſe circoſtanze, come a ſuo luogo ſi dirà; Ma il *fondo morto* è di due ſorti, cioè, o più baſſo del fondo vivo, e ſi chiama *gorgo*; ovvero più alto, e ſe è laterale al filone, ſi chiama *ſpiaggia*, atteſochè queſto nome è comune alle ripe, ed al fondo, come che partecipa, e dell' uno, e dell' altro; * ma ſe occupa tutto il fiume da una ripa all' altra ſi nomina *doſſo*, o *ſecca*. Perciò *morta di fiume* ſi dice quell' alveo, che reſta, quando il fiume ſi muta di letto, o a caſo, o per arte; abbenchè anche l' acqua vi corra, purchè altrove ſia divertito il di lui corſo principale, e *mortizza*, quando laſcia di corrervi l' acqua in maniera, che il fondo reſti fangoſo, o pantanoſo: ſi chiama anche *fiume morto* un' alveo abbandonato dall' acqua corrente, ſia eſſo ridotto, o no, a coltura; o pure incapace di eſſerlo.

*Annot. V.

Queſti alvei dunque, che interſecano, e ſolcano la ſuperficie della terra, ſi chiamano col nome generale di *fiume*, abbenchè queſto, più propriamente, convenga all' acqua, che dentro vi ſcorre: ſono però da notare alcune differenze, che talvolta aggiungono, o mutano le denominazioni, poichè le picciole acque per lo più originate da' fonti, ſi chiamano *rivi*: L' unione di diverſi rivi ſi dice *fiumicello*, e l' unione di più fiumicelli diventa *fiume*. Se l'acqua di queſti è continua, in maniera, che mai non ſi ſcopra il fondo del tutto, ſi chiama *fiume perenne*; ma ſe qualche volta accade, che reſti affatto aſciutto ſi nomina *fiume temporaneo*. Fra' perenni ve ne ſono di quelli, che ſono navigabili, o continuamente, o interpolatamente; o per natura, o per arte: I latini chiamavano *amnes* que' fiumi, che ſono navigabili da picciole barche; e *fluvij*, o *flumina* quelli, che godono tal larghezza, e profondità di acqua da ſoſtentare barche mediocri, e maggiori. Fra' fiumi temporanei ſi contano i *torrenti*, quelli cioè, che portano le acque ſole, che immediatamente ricevono dalle piogge, o dal disfacimento delle nevi; e ad eſſi ſi attribuiſce principalmente una rapidità, e velocità im-

tà impetuosa, ed un crescere, e scemare improvviso a misura della durazione, ed abbondanza delle piogge medesime.

L'unione di due fiumi si chiama *confluenza*; e *fiume tributario* quello, che nell'unirsi perde il suo nome, accomunandosi quello dell'altro, il quale, se sarà navigabile, e porterassi a sboccare nel mare, dirassi *fiume reale*.

Hanno inoltre i fiumi alcune differenze prese dalla condizione del proprio fondo, e dalla correlazione, che ha questo col piano delle campagne contigue. Se il fondo del fiume è ghiaroso, o sassoso, si dice *fiume in ghiara*; se arenoso, si dice *fiume in sabbia*; se paludoso, si dice *fiume paludoso*; Se il piano delle campagne è tanto alto, che le piene maggiori del fiume non arrivino a toccarlo, si chiama *fiume incassato*; se no, e che vi siano argini al fiume per sostenere le piene, si dice *fiume arginato*, o in tutto, o in parte; e mancandovi gli argini, dimodochè le piene si portino ad inondar le campagne, si chiama *fiume inondante*.

Sbocco, *bocca*, o *foce di un fiume* si chiama quel sito aperto, per lo quale esce dall'alveo proprio, siasi col mettere le sue acque in altro fiume, o nel mare, o altrove: Con li due primi vocaboli però s'intendono, comunemente, le uscite di tutti i fiumi anche tributarj; ma il nome di *foce* più propriamente, secondo alcuni, si dice de' fiumi reali, quando entrano in mare. Se un fiume divide il proprio alveo in due, o più; allora ognuno di essi si dice *braccio*, o *ramo*; e se per tal divisione moltiplicata si perda l'alveo, allora ognuno de' detti rami piccioli, che sregolatamente si formano, si chiama *riazzo*, o *rivazzo*, o *rivolo*, secondo ch'egli è maggiore, o minore: E l'angolo fatto da due braccia di fiume sul dividersi, dicesi *divaricazione*, o *bivio*.

Isola è il terreno racchiuso fra due braccia del fiume medesimo, le quali doppoi tornino ad unirsi in un'alveo solo, il piano superiore del quale, se sarà tant'alto, che sopravanzi le piene maggiori, allora si dice propriamente *isola fluviale*, a differenza delle maritime; * ma se non sarà tant'alto, si dice più propriamente *bonello*, e ciò, particolarmente, s'egli è formato dalle aluvioni del fiume: Che se le braccia, o rami del fiume, dopo la divaricazione, non si uniscano più, ma portino le loro foci separatamente al mare, * in tal caso il terreno di mezzo si chiama *polesine*.

*Annot. V.

*Annot. VII

Accade sovente, che partendosi l'acqua dalle proprie fonti, non

non comincia ella a scorrere a stille, ma si raguna in qualche vaso naturale, o artificiale, prima di cominciare il suo corso sensibilmente; e questo vaso si chiama *vasca*, o *cratere*, o *ricettacolo del fonte*, siccome anco *capo*, o *testa d'acqua*.

Colla stessa significazione, ponno anco chiamarsi *crateri di uno, o più fonti*, quelle congregazioni di acque, che si chiamano *laghi*; ma per godere con proprietà di questo nome v'è necessaria una considerabile estensione, ed una conveniente profondità; Quindi è, che i laghi alle volte sono origine de' fiumi; ed alcune altre, sono figli de' medesimi, qualunque volta, cioè, corre un rivo, o fiumicello, o fiume dentro una cavità cieca, nella quale vi è bisogno, che l'acqua notabilmente si elevi, per poterne uscire; Egli è ben vero, che molte volte s'incontra, che la profondità del lago non serve per solo recettacolo al fiume entratovi, ma li somministra in oltre nov' acqua per le proprie vene; ed all'incontro, anche qualche volta, ne disperde, e consuma; lasciandola uscire dalle rime, o voragini del proprio fondo, e somministrando nuova materia alle fontane, o sorgenti più basse. Quel lago, che si conserva per le proprie sorgenti, e non tramanda fuori di se medesimo le proprie acque, si dice *lago chiuso*; ma, se ne riceve delle forestiere, o tramanda le proprie, o le ricevute, si dice *lago aperto*; ed * il luogo, per lo quale escono l'acque, chiamasi *emissario*, o *incile*; e quello, per lo quale entrano, si potrebbe dire *immissario*. Le altre espansioni di acqua sopra la superficie della terra, che non hanno immediata comunicazione col mare, si chiamano *stagni*, *paludi*, o *lagune*. * Gli *stagni*, o *paludi* sono acque di poco fondo, e perciò gli stagni l'estate s'asciugano, e sono fatti dalle piogge: Le *paludi* non si seccano affatto in tutto il corso dell'anno, e sono conservate dalle inondazioni de' fiumi, o dall' ingresso di qualche fiumicello, o torrente: Le *lagune* poi sono fatte dalle acque marine separate dal mare, col mezzo degli scanni, o staggi d'arena, col quale hanno solo la comunicazione, o per canali, o per aperture determinate, dalle quali sono ricevute le acque predette nel flusso, e tramandate nel riflusso.

*Ann. VIII.

*Annot. IX.

Cadendo l'acqua d'un fiume da qualche luogo alto precipitosamente al basso, in maniera, che l'alveo superiore sia considerabilmente più alto, che l'immediatamente inferiore; tale caduta si chiama *cataratta*, o *catadupa*, come sono quelle del Nilo, del Reno,

no, e del Danubbio &c., e queste sono o naturali, o artificiali,* Queste ultime si chiamano anche *chiuse*, *traverse*, *pescaje*, o *sostegni*, e servono per far' alzare l' acqua nella parte superiore del fiume, o per derivarla, o per servirsene ad uso di navigazione, o per far muovere diverse macchine idrauliche. *Annot. X.

Le acque derivate, o cavate da un fiume, o da un lago, scorrendo regolatamente per alveo proprio aperto di sopra, si chiamano *canali*, o *acquedotti*; ma più propriamente *acquedotto* si dice, quando l' acqua si fa correre chiusa, come dice Frontino *aut per cuniculos subterraneos, aut opere arcuato*.

Per fine * l' unione delle acque piovane, che scolano dalle pianure ne' fossi, e da quelli in piccioli alvei, si chiamano *condotti*, *scoli*, *discursorj*, o *tratturi*, e sono come piccioli fiumicelli formati nelle pianure, e per lo più manufatti, che vanno a terminare o in fiumi, o in paludi, o nel mare; Ed ultimamente col nome di *fossa*, o *cavo* s' intende un' escavazione fatta in lunghezza, che contenga, o sia atta a contener' acqua stagnante, o per uso di navigazione, o per difesa di Città, e Fortezze &c. *Annot. XI.

ANNOTAZIONI
AL CAPO TERZO.

ANNOTAZIONE I.

(Al §. *Ponno essere*)

O*La natura le ha formate scavando il terreno, come sono quelle de' fiumi, che scorrono fra terra, e queste saranno dette da noi sponde naturali per escavazione.*

Quegli alvei de' fiumi, che anno le sponde di questa forte, si veggono per lo più averne due diversi ordini, cioè due piani con loro scarpe tanto da l' una quanto dall' altra parte del fiume; de' quali piani l' inferiore chiamasi *ripa bassa*, e fra queste ripe si contiene l' acqua ordinaria del fiume, e l' altro *ripa alta*, e queste limitano l' espansione delle massime escrescenze, se pure il fiume non fosse inondante. Mancano tuttavia alle volte le scarpe tanto all' una quanto all' altra ripa; anzi mancano spesse volte affatto le ripe basse ristrignendosi ivi il fiume, ed avvicinandosi fra loro le ripe alte a terminarne la larghezza in ogni stato d' acqua.

ANNOTAZIONE II.

(Al § *La diversa*)

M*A se questa pendenza s' avanzasse dentro l' alveo del fiume considerabilmente, ed in maniera, che si mettesse insensibilmente sotto l' acqua, spingendo il corso dalla parte opposta, si nomina spiaggia, ed alluvione.*

Simili spiagge si denominano eziandio *greti*, o *renai*, i quali nomi convengono tuttavia ancora que' ridossi, che sono affatto

to staccati dalle ripe, e come in isola dentro il letto del fiume, ma, che restano coperti nelle piene di questo, e in lingua latina si denominano *pulvini*, e in toscana *rapezzali*.

ANNOTAZIONE III.

(Al § *I fiumi*)

T*Utto il terreno, che sta fra detta ripa, e l'argine si chiama golena, o banca, o ghiara.*

Quelle, che quì si chiamano golene diconsi ancora in questi nostri paesi *mezzane*, e *restare* (usandosi particolarmente quest'ultimo nome quando esse servono di strada ad uomini, o cavalli per tirar le barche allo insù coll'alzaja) e in toscana *banchine*, e sono proprie di quegli alvei, che sono prodotti per alluvione, prestando in essi l'uficio, che prestano le ripe basse in quelli, che sono fatti per escavazione. Se l'alveo fatto per alluvione, dopo di essere stato arginato non si è sollevato in maggior'altezza, allora il piano delle golene è eguale a un dipresso al piano di campagna, che immediatamente è fuori degli argini, e tale è eziandio in questo supposto in quegli alvei, che sono stati scavati a mano per condurvi un fiume, perocchè allora si fa servir di golena appunto quello spazio di campagna, che si lascia fra l'argine, e la ripa. Ma se il fiume si è alzato, dopo che egli è munito d'argini, i piani delle golene saranno regolarmente più alti del piano contiguo della campagna, percioecchè all'alzarsi del fondo si rialzano eziandio le golene dalle alluvioni, onde è, che il vedersi le golene più alte della campagna può dare indicio di alzamento seguito del fiume. Egli è ben vero, che i piani delle golene sono assai irregolari di altezza, ed anco di positura, trovandosi ora orizzontali, ora inclinati, e per lo lungo, e per lo traverso, e massimamente ne' fiumi tortuosi; benchè la loro natural costituzione dovesse essere di aver per lo lungo la stessa pendenza del fondo, e per lo traverso un poco d'inclinazione verso l'acqua.

ANNOTAZIONE IV.

(Al § *Il corso*)

M*A se ridono acquistano quello di botte corrose, o di corrosioni.*

Le corrosioni de' fiumi sogliono in Toscana denominarsi col vocabolo di *rose*, o *lunate* come il Sig. Viviani le chiama.

ANNOTAZIONE V.

(Al § *Le differenze*)

M*A se occupa tutto il fiume da una ripa all'altra si nomina dosso, o secca.*

Simili *dossi*, o *ridossi*, che occupino tutto il fiume da una ripa all'altra succedono ove l'alveo di esso o si dirama, o si allarga, come nota l'Autore nel corollario 4 della prop. 3 del capo 5.

ANNOTAZIONE VI.

(Al § *Isola*)

M*A se non sarà tant'alto si dirà più propriamente bonello, e ciò particolarmente se egli è formato dalle alluvioni del fiume.*

Queste isole, che s'intendono sotto nome di *bonelli*, e da altri di *mezzani*, pare, che propriamente ricevano tali denominazioni quando siano sì rare volte coperte dall'acqua del fiume, che possano ridursi in coltura, o che almeno si vestano d'erbe, e virgulti; perocchè quando non sono, che una massa di ghiaja, o d'arena, o al più vi allignano solamente vetrici, ed altre tali piante, passino più propriamente sotto il nome di dossi, di renai, o di greti, ancorchè siano affatto staccati dalle ripe, e posti in mezzo fra due braccia di esso fiume. Può dirsi, che per li cangiamenti di corso, che succedono anche naturalmente ne' fiumi, e specialmente di prolungamento, o di raccorciamento della linea, un'isola fluviale torni a ridursi alla condizione di renajo, o al contrario un semplice renajo divenga isola, e ciò particolarmente dove i fiumi corrono in ghiaja, come si vedrà nell'annotazione XI del c. 6.

AN-

ANNOTAZIONE VII.

(Al § Suddetta *isola*)

IN *tal caso il terreno di mezzo si chiama polesine.*

Credesi questo nome derivato, e corrotto dal greco *polinesi*, che significa *molte isole*. Molti amplissimi, e fertilissimi spazj di terra sono fra le braccia del Pò a' quali conviene tal nome, anzi tutto o quasi tutto il Ferrarese non è, che un' aggregato di polesini.

ANNOTAZIONE VIII.

[Al § *Colla stessa*]

E*D il luogo per lo quale escono le acque chiamasi emissario, o incile.*

Il nome d' *incile* pare, che strettamente si soglia attribuire agli emissarj artificiali più, che a naturali, come a quelle chiaviche dette dai latini *castella* per li quali si deriva artificialmente dal fiume qualche quantità d'acqua.

ANNOTAZIONE IX.

(Al medesimo § *Colla stessa*)

GLI *stagni, o paludi sono acque di poco fondo, e perciò gli stagni l' estate s' asciugano, e sono fatti dalle piogge, le paludi non si seccano affatto in tutto il corso dell' anno, e son conservate dalle inondazioni de' fiumi, o dall' ingresso di qualche fiumicello, o torrente.*

Ancorchè l'estensione delle paludi (che presso di noi più comunemente si denominano *valli*) scemi in tempo d' estate, e di scarsezza d' acqua, nulladimeno tutto quel ricinto, che in acque alte rimane inondato, o anche solamente inumidito, e però incapace di perfetta coltura suol dirsi *padule*.

ANNOTAZIONE X.

[Al § *Cadendo*]

Q*Ueste ultime si chiamano anche chiuse, traverse, pescaje, o sostegni.*

E in toscana anche *legbe*, *serre*, e qualche volta *steccaje*, o *steccate*, credo principalmente quando sieno fabbricate senza muro, di sole palificate, e tavole.

Il nome di *sostegni* benchè possa addattarsi a tutte le chiuse, comunemente si attribuisce a quelle fabbriche, che sostengono l' acqua per frenare la rapidità del suo corso ad uso di navigazione.

ANNOTAZIONE XI.

[Al § *Per fine*]

L*'Unione delle acque piovane, che scolano dalla pianura ne' fossi, e da questi in piccioli alvei si chiamano condotti, scoli, discursorj, o tratturi.*

In qualche luogo di Lombardia vengono anche detti *ferie*, o *feriole*, e nella campagna di Roma, ed altri luoghi circonvicini si sogliono chiamare *forme*, *formoni*, *o formali*: nome ritenuto dall' antico latino con cui gli scolatoj de' campi si chiamavano *forma agrorum*.

CA-

CAPITOLO QUARTO.

Del principio del moto nelle acque correnti, e delle regole di esso più principali.

DOpo di avere, ne'tre soprappoſti Capitoli, dichiarato abbaſtanza tutto ciò, che ſi è creduto neceſſario, tanto per iſtabilire un ſodo fondamento al preſente trattato, quanto per erudire chiunque ha in animo di profeſſare la materia delle acque; egli è ormai tempo, che inſinuandoci più a dentro nella parte dottrinale, ci mettiamo a cercare, quale ſia la cauſa principale del moto nelle acque correnti, o ne' fiumi.

Che *il moto delle acque ſia effetto della gravità*, ſi renderà manifeſto a chi ſemplicemente farà rifleſſione, che l' acqua egualmente con gli altri gravi ſolidi, tende verſo un centro, a queſti, e ad eſſa comune; quindi ne naſce, che o conſiſtendo la gravità in una naturale inclinazione, che ha la materia tutta elementare di tenerſi ſtrettamente unita al globo terracqueo; o pure dipendendo la medeſima da un' impeto impreſſo a tutte le menome particelle materiali, dalla ſoſtanza eterea; è d' uopo credere, che congenea alla gravità de' ſolidi, ſia anche quella de' fluidi, e che con le medeſime regole operi in iſpignere al baſſo, e gli uni, e gli altri.

E' però vero, che le diverſe affezioni de' corpi, ſiccome variano le proprietà di eſſi; così fanno, che, in alcuni caſi, *diverſamente ſi eſercitino le impreſſioni ricevute dalla gravità*; onde non è maraviglia, ſe alcuni hanno creduto, non poterſi addattare a' corpi liquidi, le regole dimoſtrate dal Galileo, circa le cadute de' gravi, vedendo, che queſte non rieſcono ſempre così preciſe, come ne' ſolidi. Quindi è, che, per potere camminare con piè ſicuro, ſarà bene, prima di ogn' altra coſa, di conſiderare tutto quello, in che convengono, e diſconvengono le leggi delle cadute de' ſolidi, e de' fluidi.

E' dimoſtrato dal Galileo, che *un grave, il quale diſcenda liberamente per una linea perpendicolare verſo il centro de' gravi, avrà in ogni punto della linea, che deſcrive, tali velocità, che tra loro ſaranno in proporzione ſubduplicata*; o, che è lo ſteſſo, dimidiata *di quella, che hanno le lunghezze delle diſceſe computate dal principio della caduta*. Per eſempio, ſe il grave A comincierà a diſcendere dal punto A, e col ſuo

Fig. 1.

cen-

centro descriverà la linea AB; anderassi da A in B, sempre accrescendo la velocità, in maniera, che la velocità, ch'egli avrà in C, a quella, che avrà in B, sarà in proporzione subduplicata delle discese AC, AB; ovvero (che torna il medesimo) le discese AC, AB staranno fra loro in proporzione duplicata delle velocità in C, ed in B, ovvero, come i quadrati delle velocità predette.

Esponendo adunque le velocità in C, ed in B per due linee rette, perpendicolari alla AB, ed allungandole in D, ed E, di maniera, che i loro quadrati abbiano la medesima proporzione, che ha AC, ad AB; saranno i punti E, D in una linea parabolica, il cui vertice sia A, e l'asse AB, essendo una delle principali proprietà di essa linea, che le semiordinate CE, BD abbiano la proporzione subduplicata, o dimidiata delle saette AC, AB. Quindi è, che, per avere un'idea di tutti i gradi di velocità, per li quali passa un grave cadente dall'alto al basso, basta dal principio della caduta descrivere una parabola, che abbia per asse la perpendicolare, ch'egli ha da descrivere; poichè allora le linee tutte tirate da ogni punto di essa perpendicolare, e terminate alla circonferenza parabolica, purchè ad angolo retto con la AB, esprimeranno ciascheduna la velocità, che avrà il grave nel punto, che ad essa appartiene.

Che *se un grave A, in vece di cadere per la perpendicolare AB, sarà obbligato a discendere per lo piano inclinato AC; in ogni punto della sua discesa, come in D, avrà quel grado di velocità, che avrebbe cadendo da A verso B, arrivato che fosse al punto E, cioè a quello, nel quale la linea AB è tagliata dall'orizzontale DE*, e similmente in C avrà quella velocità, che avrebbe cadendo da A in B. Quindi è, che in due maniere si possono esprimere le velocità del grave discendente per lo piano AC; cioè, o descrivendo la parabola BAG circa l'asse AB, o pure l'altra parabola CAI circa l'asse CA; nell'una, e nell'altra delle quali, le semiordinate mostreranno la proporzione delle velocità ne' punti corrispondenti.

Fig. 7.

Tutto ciò è vero, ogni volta, che il grave discenda, senza che alcuna cosa gli resista; e perciò *le proposizioni predette non ponno esattamente verificarsi, che rispetto ad un grave, che cada per un mezzo non resistente*, se pure si ritrovi; ovvero nel voto, se in esso si dasse la gravità, e la discesa de' gravi. Ma nelle cadute, che appresso di noi si osservano, come che esse, per lo più, si fanno nell'aria, non può la detta proporzione avere il suo intiero, ma resta qualche poco alterata;

 atte-

attesochè, ostando l'aria (per la sua grossezza, e per la repugnan-za, che ha all'essere divisa) al moto de' corpi, assume in se una par dell' impressione, ed altrettanta ne leva al mobile; e perciò no può la gravità imprimere ne' gravi cadenti, tutto quel grado di ve locità, che per altro loro darebbe, levata che fosse la resistenza de mezzo.

Restano dunque *in fatti le velocità qualche poco minori di quello, ch richiede la natura della parabola*, della quale essendo una proprietà che, dividendosi l'asse in segmenti eguali, e tirandosi per le divisio ni, le semiordinate, non siano le differenze di queste, eguali in ogn parte, ma bensì maggiori, quanto più le semiordinate predette so no vicine al vertice della parabola; ed essendo la resistenza dell'ari sempre la medesima, se non maggiore, quanto più violento è il mo to; ne segue, che sul principio della caduta, può darsi il caso, ch l'effetto della resistenza dell' aria sia insensibile; e per conseguen za rimanga manifestissimo l' acceleramento, anche sensibilmente nella proporzione accennata, ma che * *dopo un certo spazio di disce sa* (quando, cioè, la differenza delle velocità sia resa minore) *la resistenza dell' aria cominci ad operare sensibilmente, finchè, pareggian do essa la forza accelerante, impedisca, che la velocità più s' accresca; e perciò da lì avanti il moto si renda equabile*.

*Annot. I.

Per maggiore intelligenza di ciò, suppongasi, che nel progresso della caduta di un grave, la resistenza dell' aria si accresca secondo qualunque data proporzione; dimodochè, in vece, che le linee esprimenti i gradi della velocità, cadano co' loro estremi nella linea parabolica AHMI, (come porterebbe la natura del moto accelerato) restino accorciate, e terminino alla curva APNO, la quale anderà sempre scostandosi dalla parabolica, secondo la proporzione degli eccessi, o differenze fra le velocità non impedite, e le impedite. Per cagione dunque della discesa, le velocità sempre si accrescono; e corrispondentemente, a cagione della resistenza dell'aria, sempre si diminuiscono. Ma perchè le differenze delle velocità libere DH, LM, CI, appartenenti a' punti dell'asse D, L, C presi a distanze eguali DL, LC (che devono intendersi infinitamente picciole) sempre sono minori, cioè IO minore di MN; ne segue, che l' aumento della velocità verrà a farsi una volta sì picciolo, che la resistenza dell' aria, resa sempre maggiore, verrà a pareggiarlo; e per conseguenza potrà impedire ogni ulteriore accelerazione: Ciò posto,

Fig. 9.

sto,

sto, perchè la resistenza dell'aria non cresce per altra cagione, che per l'accrescimento della velocità nel mobile; non crescendo più questa, nè meno si aumenterà quella: e però, pareggiata l'energia dell'accceleramento con quella del resistente, continueraffi bensì la discesa, ma col ritenersi il grado di velocità acquistato; e perciò il moto si ridurrà all'equabilità.

Vi è anche un'altra cagione, oltre la predetta, del moto equabile, al quale finalmente si devono ridurre i gravi cadenti; e si deduce dal considerare, che il Galileo, assume per principio della sua dottrina del moto accelerato, che *i gravi cadenti aggiungano a loro medesimi in tempi eguali, gradi di velocità eguali*; ed essendo sentimento assai ragionevole, che gli sforzi della gravità non provengano da una forza intrinseca ad essi; ma bensì da una potenza esterna; acciocchè questa operasse sempre della medesima maniera nel mobile, sarebbe necessario, ch'essa lo trovasse nel secondo tempo nelle istesse condizioni del primo; dimanierachè la potenza motrice avesse sempre la medesima proporzione alla resistenza del mobile in ogni tempo. Ciò però non può essere, se non si suppone la potenza movente infinita, perchè in tal caso, qualunque fosse la velocità del mobile, si dovrebbe esso considerare, come in una perfetta quiete; ma supponendo la forza predetta finita, egli è evidente, che questa, alla resistenza del mobile quieto, avrà una proporzione, che non potrà avere al medesimo, quando esso sarà costituito in qualche grado di velocità; e perciò meno aggiungerà nel secondo tempo, che nel primo; meno nel terzo, che nel secondo &c., e finalmente *non potrà mai imprimere nel mobile, velocità maggiore di quella, che la medesima forza possiede*; dal che ne viene, che *giunto, che sarà il mobile a quel grado di velocità, che non può accrescersi; necessariamente sarà ridotto all'equabilità, ancorchè il moto s'intenda libero da ogni resistenza*. Egli è però vero, che la forza producente la gravità, può essere tanto grande, che, non ostante, che ella sia finita, abbia sempre sensibilmente la medesima proporzione al grave, o in quiete, o in moto che sia; nel qual caso la dottrina dell'acceleramento de' gravi, non riceverebbe alcuna sensibile alterazione, come in fatti si vede corrispondere assai esattamente all'esperienze, che se ne fanno.

Supposta dunque la stessa dottrina, egli è chiaro, che *se il moto de' gravi potesse farsi nel voto; i corpi più, o meno gravi, che fossero, caderebbero*

bero colla medesima velocità, e passerebbero per li medesimi gradi di acce-lerazione; posciachè essendo la materia di tutti i corpi omogenea; ed essendo la forza, che la spinge al basso, la medesima, di tutta l'altra materia; sarebbero tutte le parti di essa nel principio della caduta affette della medesima potenza; e non potendo nel voto diversificarsi il moto per alcuna resistenza, non vi sarebbe alcuna ragione, per la quale la caduta d'un corpo dovesse farsi d'una maniera diversa da quella di un'altro. Ma, come che tutti i moti si fanno dentro qualche mezzo fluido, dipendono molto dalla condizione di questo le affezioni de' moti medesimi.

Concorre perciò al farsi d'una caduta per l'aria l'eccesso della gravità specifica del mobile sopra quella dell'aria; poichè egli è certo, che il fuoco meno grave di essa, non discende, ma ascende, e così *il legno galleggia sull'acqua, perchè il di lui peso specifico è minore di quello dell'acqua medesima*; e la ragione si è, che il fluido toglie tanto di peso assoluto al corpo, quant'è il peso, pure assoluto, d'una mole del fluido eguale a quel corpo; e perciò, quando il mobile è specificamente meno grave del fluido, ha il fluido per discendere al basso più d'energia, che non ha il mobile; e conseguentemente lo sforza ad ascendere, o non gli permette di discendere: e così *quando siano eguali i pesi specifici, non succederà ne ascesa, ne discesa*; ma bensì, facendosi l'equilibrio, consisterà il mobile egualmente in tutti i luoghi del fluido. Ma *quando la gravità specifica del corpo è maggiore di quella del mezzo, allora esso discende, come se fosse un corpo di peso assoluto tanto minore, quanto vale la mole predetta del fluido*, e perciò, come che il peso assoluto maggiore, o minore de' corpi, non influisce punto in renderli più, o meno veloci, come si è spiegato di sopra; ne nasce, che *ne' gravi cadenti ne meno ha luogo per fare l'accelerazione diversa il maggiore, o minore peso specifico*.

Ben'è vero, *che il maggior peso assoluto de' corpi compone una maggiore potenza di superare le resistenze, che loro s'oppongono*, e la ragione si è, che ricevendo tutti i minimi della materia, eguali le impressioni della gravità; quanto più di numero essi sono (che è lo stesso, che dire, quanto maggiore è la loro gravità assoluta) tanto maggiore è il momento, col quale essi spingono i corpi, che incontrano; e conseguentemente tanto più facilmente superano le resistenze: il che ha luogo molto più

ne'

ne' semplici conati della gravità, che ne' moti accelerati.

Egli è anche vero, che *se la mole de' corpi sarà grande, grande altresì sarà la resistenza, che essi riceveranno dal fluido, dentro il quale si muovono;* e perciò maggiormente resiste l'aria al moto di una sfera, v. g. di sei libbre, che ad una di tre; ma se si avvertirà, che *i pesi assoluti sono proporzionali alla materia, ed a' corpi, cioè,* intendendosi sotto figure simili, *in proporzione triplicata de' lati omologhi,* e che *le superficie* degl' istessi, dalle quali sono regolate le resistenze, *sono tra loro in proporzione solamente duplicata de' lati medesimi;* facilmente si dedurrà, che crescendo le forze di superare le resistenze più di quello, che all' accrescersi della mole, e del peso, s' aumentino le dette resistenze; *se maggiore sarà il peso assoluto del grave, maggiore anche sarà la forza di esso per superare la resistenza dell' aria.* Quindi è, che i *corpi di poco peso, ma di superficie assai grande, cadendo da alto, giungono all' equabilità del moto, molto più presto di quello, che facciano i corpi più gravi compresi da superficie in proporzione minore;* onde non è meraviglia, se una foglia di oro battuto, lasciata cadere dall' alto di una torre, si veda svolazzare per l' aria, e consumare molto tempo prima di arrivare a terra, e più presto giungervi una sferetta della medesima materia, e dello stesso peso; e perciò non a ragione della maggiore, o minore gravità assoluta, o specifica de' corpi; ma solo, per l' effetto, che fanno in essi le resistenze maggiori, possono riuscire diversi, ne' gravi cadenti, i gradi delle velocità acquistate.

E perchè il peso assoluto de' corpi gravi posati sopra i piani inclinati non s' esercita tutto nella discesa di essi, ma una parte ne viene levata dalla resistenza obbliqua, che loro fa l' inclinazione del piano, di modo, che il momento in AC a quello, che avrebbe gravitando per AB, stia come AB ad AC; ne siegue, che *posato un grave sopra il piano inclinato AC, non avrà tanta forza per superare la resistenza dell' aria, quanta avrebbe discendendo per la perpendicolare AB, e perciò tanto più presto arriverà all' equabilità,* e paragonando insieme due piani eguali, e diversamente inclinati, farassi più facilmente, e più presto il moto equabile in quello, che avrà minore l' altezza AB, o, che è lo stesso, in quello, nel quale l' angolo ACB sarà più acuto. Fig. 9.

* Tanto *più s' impedirà l' accelerazione del moto d' un grave cadente per un piano inclinato, se la di lui superficie, o quella del piano, avranno* Annot. II

no delle inegualità, e delle asprezze: poichè tutti i risalti del piano serviranno per altrettanti ostacoli alla discesa; siccome tutte le asprezze, colle quali il mobile incontra detti ostacoli, saranno sempre di tanto maggiore impedimento all'accelerazione; Quindi è, che essendo minore il contatto della sfera R col piano AC, di quello sia il contatto del prisma S col piano medesimo; minore ancora sarà l'impedimento al discendere della sfera, che del prisma; e perciò, generalmente; *quanto maggiori saranno gl' impedimenti alla discesa, tanto minore sarà l' ultimo grado di velocità acquistato dal mobile, prima di ridursi al moto equabile*, e tanto più presto questo si otterrà.

Annot. III. * *Se un grave, che discenda per un piano AB inclinato, ne incontrerà* *Fig. 10.* *un' altro BC meno inclinato* (parlo teoricamente, e prescindendo dalle resistenze) *accelerato si per AB, continuerà ad accelerarsi per BC; ma più lentamente, dimodochè in tutti i punti D, D abbia la velocità medesima, che avrebbe avuta ne' punti E, E corrispondenti, cadendo perpendicolarmente per AE.* E se *al fine de' piani inclinati, succedesse un piano orizzontale CF, non farebbe per esso alcuna accelerazione;* ma solo vi conserverebbe il grado acquistato nel punto C, col quale correrebbe equabilmente per lo piano CF. In oltre, *se il mobile*, arrivato che fosse in B, o in C, *trovasse qualche ostacolo, o causa, che rivoltasse la di lui direzione all' insù*, o per la perpendicolare BG, o per l'inclinata BH, *senza levarli alcuna parte della velocità acquistata;* è certo, che *il grado di velocità dovuto al punto B, sarebbe bastante a ricondurlo, o per l' una, o per l' altra strada, fino alla medesima altezza, dalla quale prima partì*, cioè fino all'orizzontale AH, di moto però ritardato (cioè, che procedesse, diminuendosi coll'ordine medesimo, retrogradamente per li gradi dell' accelerazione) finchè, riportato in I, tornasse a quel grado di velocità, che primo avea in D, o in E, e perciò, siccome in A non avea il mobile alcuna velocità, così giunto in H, o G fosse tornato alla quiete.

Ma *mettendo a conto le resistenze, non è mai possibile, che il mobile ne' punti D, D abbia la stessa velocità, che in E, ma sempre qualche cosa di meno*, e maggiore sarà la differenza ne' punti del piano BC. Quindi è, che *arrivato in B, non sarà bastante il grado acquistato, a riportare il mobile fino all' orizzontale AH;* perchè, oltre la resistenza incontrata nella discesa AB, e dall'aria, e dal piano in-

cli-

clinato, dovrà, per risalire verso l'orizzontale AH, incontrarne altrettanta; e perciò tanto maggiormente diminuire i gradi di velocità, che, prescindendo da quest' ultima resistenza, ne meno sarebbero stati bastanti per arrivare all' orizzontale AH; e quindi è, che, prima di arrivarvi, avrà perduta tutta quella velocità, che avea acquistata per la discesa AB. Molto maggiore sarebbe la differenza, se l'ostacolo trovato in B, a cagione del quale s' intende fatta la riflessione in BH, avesse levata, come succede, una parte della velocità al mobile; poichè egli è ben' evidente, che il grado in B dovuto alla discesa libera AL, impedito che sia dalle accennate resistenze nel discendere per AB, e dalle medesime nell' ascendere per BH; se in oltre sarà scemato in B per l' ostacolo riflettente, di tanto minor forza sarà; e per conseguenza resterà appena atto a ricondurre il mobile alla metà, o alla terza parte dall' altezza BG.

Che se prima di avere compita la sua ascesa per la linea BH, *troverà il grave qualche ostacolo, che l' obblighi a rivoltarsi all' in giù nuovamente*, come per lo piano IK, *con qualche velocità residua di quella, ch' avea antecedentemente; tornerà egli nella discesa* per IK, *ad accelerarsi*, come per appunto, se egli avesse scorso il piano IK prolongato all' insù in M; e scendendo da M in I, avesse acquistato in I quel tal grado di velocità, che gli restò nel cominciare a discendere per IK; il che è vero, da qualunque causa dipenda la velocità in I; cioè, o sia acquistata cadendo, o pure impressa da forza esterna; con questa regola però, che se in I sarà un grado di velocità maggiore di quella, che avrebbe il grave, ridotto che fosse al moto equabile scorrendo per lo piano IK; allora il moto in vece di accelerarsi, si ritarderà, fino ad acquistare l' equabilità medesima.

Egli è perciò manifesto, *che se un grave avesse, nel discendere, da scorrere per diversi piani inclinati*, come ABCDEFGH, *per alcuni de' quali avesse il moto discensivo, e per gli altri il moto ascensivo, riuscirebbe bensì difficile*, e forse impossibile (senza una esatta cognizione di quanto possano le resistenze, che s' incontrano ora maggiori, ora minori) *il determinare le velocità del mobile in tutti i punti del di lui viaggio; ma non perciò si concluderebbe con verità, che le leggi del moto de' gravi cadenti, non avessero luogo*, o non si osservassero *nella discesa di quello*. Fig. 11.

Pas-

Paſſando da' corpi ſolidi, a' fluidi, biſogna ridurſi alla memoria quanto ſi è detto nel primo capitolo, cioè, che i corpi ſolidi hanno le parti tutte collegate inſieme; e perciò, abbenchè ſiano compoſti di più pezzetti di materia, nulladimeno devono eſſere conſiderati, come una coſa ſola, *non potendo un ſolido muoverſi di moto ſemplice, o rettilineo, ſe tutti i punti*, per così dire, *della mole di eſſo, non concepiſcono un' impeto eguale*, che in ognuno d'eſſi cagiona altresì eguale, ed uniforme la velocità, altrimenti è neceſſario, che ſi ſpezzino; Quindi è, che gli ſtatici tutti aſſegnano a' corpi ſolidi un certo punto, dentro, o fuori della loro mole, che chiamano *centro di gravità*; (ch' io piuttoſto direi *centro dell' impeto*, perchè in eſſo s' equilibrano, tanto i momenti della gravità, quanto tutti gli altri delle potenze moventi) dal qual centro viene deſcritta la linea del moto.

Ma perchè i corpi fluidi ſono un' ammaſſamento di particelle ſolide, minutiſſime, e non legate inſieme; ſuccede, che * *ogni parte di eſſi può muoverſi, con direzione, e velocità diverſa dall' altre*; e perciò ne' fluidi, niegano gli ſtatici medeſimi, trovarſi alcun centro di gravità; non perchè anch' eſſi non ſiano gravi, o non ſiano obbligati a ſeguire le leggi univerſali della gravità; ma bensì, a mio credere, perchè, ſiccome non può aſſegnarſi un centro ſolo comune a' più ſolidi ſtaccati uno dall' altro (che però non abbiano alcuna dipendenza, o coſpirazione ne' proprj moti) ma biſogna ammetterne tanti, quanti eſſi ſono; così, trattandoſi di un fluido (che non è altro, che un' ammaſſamento di più corpi, ognuno in libertà di moverſi da ſe ſolo) non ſi può dare il centro di gravità all' unione, o al numero delle parti; ma biſogna conſiderarlo in ognuna di eſſe ſeparatamente; come è manifeſto in una maſſa di miglio, le cui granella non ſono obbligate a ſeguitare il moto l' una dell' altra, ne ad avere alcuna dipendenza dal centro di gravità, che potrebbe aſſegnarſi alla figura, ſotto la quale la predetta maſſa foſſe compreſa. Accade però qualche volta, che il moto de' fluidi abbia qualche relazione al centro di gravità della figura, ma ciò è ſolo per accidente, è quando alcune delle parti del fluido, ſono da qualche circoſtanza ſforzate a ſeguire il moto delle altre.

*Annot. IV.

*Annot. V.

* Dovendo perciò ognuna delle parti d' un fluido conſiderarſi, come un corpicciuolo ſolido, e grave; non vi è alcuna ragione, che

che non persuada, dovere esso discendere al basso colle leggi medesime, che osservano i solidi maggiori, e perciò, per quanto è in lui, accelerandosi di moto, secondo la proporzione delle semiordinate alla parabola; il che si dee intendere non solo nelle discese perpendicolari, ma ancora in quelle fatte per li piani inclinati.

Ho detto *per quanto è in lui*; atteso chè la resistenza dell'aria, non v'ha dubbio, opera molto ad impedire l'acceleramento, sì per la sua naturale adesione, o viscosità, sì per la picciolezza del corpicciuolo predetto, che perciò da se solo, non potrebbe nemmeno discendere per l'aria; ma vi resterebbe sospeso, nella medesima maniera, che fanno i vapori, se con la compagnia di altri simili, i quali, succedendo l'uno all'altro, s'ajutano vicendevolmente, non restasse finalmente superato l'ostacolo dell'aria predetta. Che dall'unione di più corpicciuoli d'acqua ciò succeda, è necessario per due ragioni: primieramente, perchè 'l corpo, che risulta da' componenti dell'acqua, cioè l'acqua medesima, è più grave in specie dell'aria, e perciò è atta a superare la di lei resistenza: e secondariamente, perchè, unendosi insieme più particelle di acqua, viene il composto a crescere di peso assoluto, più di quello s'accresca la di lui superficie; e conseguentemente viene a scemarsi in proporzione la resistenza; quindi è, che successivamente accresciuta la potenza operante, e scemata maggiormente in proporzione la resistente; è necessario, che finalmente la prima superi la seconda, e perciò, che l'acqua discenda per l'aria.

Questi effetti della separazione, ed unione delle particelle dell'acqua, sono da noi cotidianamente osservati nell'ascendere, che fanno i vapori, e nel cadere delle piogge; posciachè, non essendo altro il vapore semplice, che acqua rarefatta, o più propriamente, che particelle d'acqua minime, e disunite: è facile, che ogni moto dell'aria le porti alla parte superiore, dalla quale non potendo partirsi, per lo poco peso, e gran superficie, cioè per la gran resistenza, che trovano, stanno, come notando, dentro l'aria medesima, ed ubbidiscono, al pari delle di lei parti, agl'istessi moti, da' quali ella viene agitata. Ma perchè le agitazioni dell'aria si fanno, non solo per linea retta, secondo la direzione de' venti; ma anche a modo di fermentazione, come vediamo nelle particelle polverose dell'aria medesima, che s'incontrano in uno spiraglio di Sole; succede, che a cagione del moto, direzione, e

contrasto de' venti, delle materie minerali, ch' essi portano, e della constituzione calda, o fredda dell' aria, vengano ad unirsi insieme le particelle acquee, le quali ridotte in gocciole, o sensibili, o insensibili, superano la resistenza dell' aria, e cascano al basso, in forma, o di rugiada, o di pioggia. Non v' ha dubbio, che quanto maggiori sono le gocce della pioggia, non cadano esse anche con maggiore velocità, il che, siccome è facile da osservarsi, così non è punto difficile di renderne la ragione, per le cose dette di sopra; poichè, quanto maggiore è di peso assoluto il corpo cadente, tanto più tardi si riduce all' equabilità del moto; e perciò accelerandosi il medesimo maggiormente in tempo più lungo; ne siegue, che, dopo acquistato il moto, conservi in se un grado di velocità maggiore: ed essendo probabile, che, per lo più, la velocità della pioggia sia equabile, allor ch' è vicina a terra; perciò, o paragonando le gocce cadute da eguale altezza; o pure l' una all' altra, ridotte, che siano a velocità equabile; il grado di questa sarà più grande nella goccia maggiore, che nella minore. Se però la goccia grande venisse da poca altezza, e la goccia picciola da altezza maggiore, può darsi il caso, che questa fosse più veloce dell' altra, siccome in questo particolare ha molto luogo l' azione del vento, che alle volte accresce, alle volte sminuisce la velocità della pioggia.

Siccome un grano di polvere posato sopra di un piano, quantunque molto inclinato, e ben terso, non esercita sopra di esso alcun moto, abbenchè sia un corpo solido; così *una goccia picciola di acqua posta in un simile piano, non potrà discendere al basso*; ma siccome da più grani di polvere si può comporre un cumulo maggiore, e più grave, che non possa di meno che muoversi, posto che sia sopra del piano medesimo; così *accrescendosi la quantità dell' acqua, sarà necessario, ch' anch' essa discenda*; Ben' è vero, che *potrà un' impedimento fare, che il grave solido s' arresti intieramente*, e *non potrà facilmente fermare il fluido*. Per esempio, se sopra del piano AB poserà la sfera DBC, la quale incontri l'ostacolo FC, che sia almeno tale, che tra il punto del contatto D, ed il punto C sommo dell'ostacolo, stia di mezzo la linea di direzione IH; o almeno non sia dalla parte inferiore del punto C, allora la sfera DBC non si muoverà punto: e la ragione si è, che non può la sfera muoversi al basso, se il centro di gravità I non discende, il che non è possibile, se

Fig. 12.

se la sfera DBC non sormonta l'impedimento; nel qual caso, dovrebbe il centro I descrivere la circonferenza di un circolo circa il punto C, e trovandosi IH tra' punti D, C, alzarsi: il che è impossibile, succeda per la sola forza della gravità. Ma, se la sfera DBC, che, nel caso predetto, può intendersi di ghiaccio, s'intenderà tutta ad un tratto squagliarsi in acqua, cioè a dire, trasmutarsi dall'essere d'un corpo solido, a quello di un fluido; non potrà l'ostacolo FC impedire, che l'acqua non discenda, almeno in parte. Ciò farassi, perchè, levato che sia nello squagliamento il legame, che avevano le parti del solido insieme, potranno discendere quelle, che attualmente non saranno impedite, per appunto come farebbesi, se la sfera si supponesse composta di grani d'arena, o di miglio prima collegati insieme da qualche corpo viscido, e poscia disuniti, per lo rimovimento dello stesso; e questa è la prima delle diversità, che s'incontrano nella discesa de' corpi solidi, paragonata a quella de' fluidi: se pure si può chiamare diversità quella, che nasce dall'errore commesso in volere considerare il moto di più solidi disuniti, come se fosse fatto in un solo.

Per altro *non v' ha dubbio, che anche i minimi dell' acqua non s' accelerino più, cadendo per la perpendicolare, che scorrendo per un piano inclinato, almeno sul principio della discesa*, per la ragione medesima, che si è detta de' corpi solidi, massimamente osservandosi, che le cadenti perpendicolari molto più si assottigliano, che le inclinate. Ma deesi avvertire, che cadendo l'acqua perpendicolarmente, riceve molte impressioni dall'aria, dalle quali sono esenti i corpi solidi; posciachè, (1) *le cadenti perpendicolari* (così sono chiamate le figure, alle quali s'accomoda l'acqua nel cadere a perpendicolo) *almeno sul principio si assottigliano*, il che procede anco dalla pressione dell'aria, che lateralmente spinge le parti dell'acqua, verso l'asse della cadente medesima; (2) *Dopo qualche spazio della caduta, avendo l'acqua acquistata velocità considerabile, vengono le di lei parti divise l' una dall' altra, dall' aria inferiore*, che resistendo al moto, s'insinua tra esse, e dispergendole, *fa apparire, che, in vece di maggiormente ristringersi*, come esigerebbe la natura del moto accelerato; *piuttosto s' allarghino*; e questa dispersione di particelle d' acqua (talvolta, ed in certe circostanze) così vassi moltiplicando, che in vece, che la cadente conservi la sua figura, si trasmuta in una rugiada, o pioggia di minutissime gocce.

Ma *ne' piani inclinati* la cosa cammina d'altra maniera; poichè *l'acqua, che per essi scorre in qualche altezza di corpo; si va bene assottigliando nella medesima proporzione, che richiede la velocità dell'accelerazione, come nelle cadenti; ma non mai, o rare volte, ed in pochissima quantità, si disperge in gocce*, sì, perchè è ella obbligata a stare ristretta fra le sponde, e tenersi unita al fondo, e per conseguenza non è esposta all'azione dell'aria; sì anche, perchè a causa dell'inclinazione del piano, non arriva ella mai a tanta velocità, che la poca aria, la quale nel principio del corso le osta, abbia forza di dividere il di lei corpo in più parti, e ciò molto meno, dopo formatasi la superficie superiore dell'acqua corrente; mentre piuttosto l'aria, che sopra vi preme, coopera, insieme con la gravità dell'acqua, a tenerla unita in se stessa; onde volendo pure considerare l'acqua, come un solo corpo, possiamo addurre per seconda diversità, *il ristringersi, che fa ella in se medesima, a misura della velocità, che per la caduta, o per la discesa va acquistando; al contrario de' solidi, che per tutta la caduta, conservano sempre la stessa mole.*

Si considera bensì da' Fisici nell'acqua, per essere fluida, uno slegamento di parti; ma non tale, ch'ogni di lei minima particella possa staccarsi, senza veruna resistenza, dall'altra, che anzi * è manifesto, trovarsi tra le di lei parti un tal qual vincolo, che è quello, che tiene unite insieme le gocce dell'acqua, e fa colmeggiarle in forma di mezze sfere, quando esse posano sopra di qualche superficie. Il medesimo vincolo, o attaccamento, fa, che *alle volte non si possa muovere una parte d'acqua senza che con essa siano tirate in consenso le vicine, e per lo contrario, impedita nel suo moto una parte di acqua, resta anche ritardata quella, che immediatamente le è contigua*. Quindi è, che *se l'acqua fosse un perfettissimo fluido*; cioè a dire, se le di lei parti fossero affatto staccate l'una dall'altra, come è d'uopo considerarla, quando si parla in astratto, per dar luogo alle dimostrazioni; *scorrendo essa per un piano, o fondo, quanto si voglia disegnale, e scabro, potrebbero bene essere impedite quelle di lei parti, che a dirittura incontrassero gli ostacoli; ma non già le altre*, le quali dovrebbero seguitare, o nella sua accelerazione, o nel grado di essa, acquistato nell'arrivare al moto equabile; ma considerando l'acqua nel concreto della sua viscosità; ne segue, che non solo sono ritardate le parti di essa vicine al fondo, o alle sponde, o, in una parola, vicine agl'impedimenti; ma anche quelle, che

* Annot. VI.

che restano più lontane da essi: e perciò siccome ne' solidi, che hanno le parti perfettamente unite, il ritardamento di una, porta seco il ritardamento di tutte le altre, così ne' fluidi, che hanno le parti disunite, ma non perfettamente, l'impedimento del moto d' una di esse, influisce a rendere minore la velocità delle vicine, ma non egualmente; dimanierachè *maggiore è la perdita delle parti più prossime alle impedite, minore nelle più lontane*, fino a rendersi insensibile, e ridursi a niente. E però, anche in questo, s' accordano le leggi del moto de' solidi con quelle de' fluidi, e dell'acqua, cioè, che quanto maggiori saranno gl' impedimenti del piano declive, tanto minore sarà il grado di velocità, acquistato prima di ridursi al moto equabile; ma discordano in ciò, che *gl' impedimenti del piano declive, quanto ritardano una parte del solido; altrettanto ritardano il tutto; ma ne' fluidi più levano alle parti vicine all' impedimento; meno alle più lontane;* E questa è la terza differenza, che s' osserva nel moto de' fluidi paragonato a quello de' solidi.

Non operando adunque le resistenze del piano, tanto in ritardare il moto del fluido; ne nasce, che rivoltandosi la direzione di esso ad altra parte, (siasi o discendente, o orizzontale, o ascendente) *avrà esso nel punto del rivolgersi maggiore velocità di quella, che avrebbe un corpo solido in pari circostanze*; e perciò avrà maggior forza, per risalire all'orizzontale del principio della caduta. E quì è d' avvertire un grandissimo vantaggio, che per ben'osservare le leggi de' gravi cadenti, riceve l'acqua dalla sua fluidità, o, per dir meglio, che ritrae una particella d'acqua dall'altre, che le stanno attorno.

Intendasi per lo piano AB disposta una serie di sferette AB, e sopra di essa un'altra CD, e sopra questa, la terza serie EF &c. E si concepisca, che tutte queste si muovano sopra del piano AB; in maniera che l' ultima parte di B sia stata la prima a muoversi, e dopo d' essa immediatamente la penultima. Crescendo adunque ne' gravi cadenti gli spazj scorsi, secondo l'ordine de' numeri dispari dall' unità; è necessario, che la sfera prima partita dalla quiete, s' allontani sempre più dalla seconda; poichè, supponiamo, che nello spazio di tempo, il più picciolo, che si possa concepire, la prima sfera abbia fatto uno spazio, che chiameremo X; nel secondo farà 3 X, nel terzo 5 X &c., e dovendo la seconda sfera nel suo primo tempo, fare eguale spazio, che la prima; farà il di lei primo viaggio X, ed il secondo 3 X, fatto nel terzo tempo

Fig. 13.

po

po della prima sfera, nel quale avrà corso lo spazio 5 X; e perciò nel fine del secondo tempo, essendosi scostata la prima sfera dal suo principio 4 X, nel tempo, che la seconda non si è scostata, che X; la differenza dello spazio, o la distanza delle sfere sarà di 3 X; ma nel tempo susseguente, essendosi scostata la prima sfera dal suo principio 9 X, e la seconda solamente 4 X, viene la distanza delle sfere ad essere 5 X, e perciò maggiore della prima &c. Quindi è, che negli spazj fra una sfera, e l'altra della serie inferiore AB, è necessario, che a cagione del proprio peso, e del mancar loro il sostegno inferiore AB, succedano le sfere della serie immediatamente superiore CD, e ne' luoghi di queste, le sferette della serie EF.

Da ciò rendesi evidente la ragione, per la quale *i fluidi, durante il tempo della loro accelerazione, sempre si assottigliano, e si abbassano di superficie*. Ne * è da dubitare, che le sfere della serie superiore, cadendo nell'inferiore, non abbiano nel punto di essa, giustamente quella medesima velocità, ch'avrebbero, se dal principio del piano fossero venute fino a quel punto: se si farà riflessione a ciò, che abbiamo detto di sopra. Ma, se le sfere della serie inferiore A B, saranno portate di moto equabile, quelle della superiore CD non discenderanno &c., e la superficie dell' acqua non si abbasserà. E se, per lo contrario, la sfera antecedente della serie inferiore, si troverà ritardata da qualche impedimento, e succederà la susseguente non ritardata; converrà, che o l'una, o l'altra sia spinta nella serie superiore; e conseguentemente, che la superficie dell'acqua, si elevi.

* Annot. VII.

Nel moto di un corpo solido, egli è ben' evidente, che *il di lui ritardamento non può essere riparato da cagione veruna, salvo, che da nuova discesa*; ma nel moto fatto da più solidi, de' quali uno sta, e s'appoggia sopra di un'altro, (che è l'istesso, che dire, nel moto de' fluidi) se la figura di essi vi concorra, * *la pressione del superiore può restituire immediatamente all' inferiore tutta, o parte di quella velocità, che gli è stata tolta dall' impedimento*; o piuttosto far sì, che questo non produca in esso quell' effetto, che per altro vi sarebbe succeduto; con questa regola, però, che *la forza della pressione non può operare effetto veruno, se essa non sia valevole a produrre*, secondo il modo spiegato nel primo capitolo, *un grado di velocità maggiore di quello, che resta al mobile dopo l' azione dell' impedimento*,

* An. VIII.

co-

come pure è stato da noi dimostrato *alla Prop. I. del lib. 4. della misura dell' acque correnti*, e come ho avuto l' onore di far vedere in esperienza a diversi personaggi qualificati, e fra questi, a gli Eminentissimi d' Adda, e Barberini, nel tempo, che si trovavano quì in Bologna per lo regolamento dell' acque de' fiumi di Bologna, Ferrara, e Romagna. La ragione positiva di questa regola si è, che un' agente non può agire in un mobile, se il movente non è mosso, o almeno in conato a muoversi, e che il mobile non può essere mosso dal movente, se o in se, o almeno paragonato al moto del movente, non è constituito in istato di quiete; condizione, che non può verificarsi, quando il mobile è affetto di velocità maggiore di quella, che abbia, o possa produrre il movente; poichè allora solo il mobile, anche mosso, ha ragione di quiescente, quando egli aspetta di ricevere, e non fugge l' azione del movente; e perciò non aspettando il corpo più veloce, anzi fuggendo l' azione del meno veloce, non può, ne essere considerato in istato alcuno di quiete, ne ricevere l' azione medesima.

Essendo dunque ritardata una, o più delle sferette della serie inferiore AB, o pure *essendo ritardato il moto del fluido; converrà, ch' esso si elevi di superficie*, e che la sferetta ritardata, v. g. B la quale aveva sopra di se, nel principio, solamente due serie di simili sferette; per lo ritardamento seguito, ne abbia quattro, o cinque, o più; e conseguentemente, che *crescendo la pressione delle superiori*, sopra la ritardata B, *venga successivamente a proporzionarsi l' azione della pressione al grado di velocità* residuo nella sfera B, e, potendo, secondo la regola predetta, concorra ad ajutarla, con imprimerle nuovo sforzo, atto a superare l' impedimento, o a risentire la di lui azione, meno di quello, che farebbe un corpo solido. Quindi ne nasce, che essendo considerabili gl' impedimenti, anderanno tanto crescendo in altezza le serie delle sferette, che potranno, occorrendo, arrivare fino al livello del principio del piano declive; ed allora sarà constituita la sferetta B in uno stato, che potrà ricevere il grado di velocità dovuto alla discesa AB, ovvero AO, quando nissuna altra cosa le avesse resistito; il qual grado perciò sarà atto a cagionare il risalto dell' acqua fino all' orizzontale AG, o solo tanto minore, quanto può detrarre la resistenza, che fa l' aria alla salita BG; e su questo fondamento s' ap-

pog-

poggia l'assioma degl' idrostatici, che *l'acqua tanto riascende, quanto è discesa*; cioè, fino ad equilibrarsi all' orizzontale medesima. Io ho nominata più volte la pressione, non come la cagione della velocità, che, come si è detto nel primo capitolo, d'altronde si deve desumere; ma solo, come causa del muoversi, e del superarsi più facilmente le resistenze per l'aumento del peso assoluto, che maggiormente opera contro di esse.

Fig. 11. *In questa* quarta notabile *diversità*, che hanno *i fluidi* da' solidi, *si rendono essi molto più ubbidienti alle leggi de' gravi cadenti*; poichè può bene darsi il caso, che un solido, dopo la discesa per AB, dovendo risalire per lo piano BC, non vaglia a superare la di lui acclività; ma questa impotenza non può succedere al fluido, il quale, *quando sia in copia bastevole*, purchè il punto C sia più basso di A, *assolutamente lo trapasserà*, *e discenderà fino in H*, posta anche qualsisia resistenza, purchè non totale, al di lui moto: La medesima ubbidienza si riscontra ne' fluidi *in discendere per qualsisia piano* (quanto si voglia poco inclinato, e pieno di molti impedimenti) ed *in accelerarsi a proporzione per essi*, a differenza de' solidi, che, per piccole, che siano le resistenze, in poca inclinazione di piano, ponno non muoversi di sorte alcuna: * Anzi *sopra de' piani orizzontali*, *ne' quali assolutamente è negato qualunque moto a' corpi solidi*, *possono scorrere i fluidi*, sottentrando al difetto dell' inclinazione, il peso, e la pressione del proprio corpo.

*Annot. IX.

Da tutte le antecedenti considerazioni, evidentemente apparisce, che *le leggi de' gravi s' esercitano egualmente*, *e ne' corpi solidi*, *e ne' fluidi*, e che trattandosi della discesa semplice d'un solido solo, si possono ben riscontrare nel di lui moto più facilmente le leggi predette, che in un fluido, il quale è l'aggregato di molti solidi; ma in questo, facendosi operare la pressione, si ha il vantaggio della minore resistenza fatta dagl' impedimenti; e perciò in tal caso si ritrovano più sinceramente, ed esattamente eseguite le regole dimostrate dal Galileo attorno la caduta de' gravi. Siccome dunque non v'ha dubbio, che la gravità non sia la causa del moto nelle acque correnti; così non si ha da dubitare, che la fluidità non sia una causa coadjuvante del medesimo.

*Annot. X. * Quanto poi alle regole, che s' osservano dalle acque de' fiumi nel loro corso, egli è certissimo, doversi esse desumere dalle predette due cagioni; e perciò applicando la dottrina

poco di ſopra addotta, al moto de' fiumi, pare, che reſti evidente, che...

Regola I.

* *L' Acqua paſſando dalla quiete al moto, o nell'uſcire dalle vaſche delle proprie fonti, o nello ſquagliamento delle nevi, o in altra maniera; acquiſta nella diſceſa per gli alvei de' fiumi, che ſono altrettanti piani, per lo più, inclinati all' orizzonte, qualche grado di velocità;* * *ma queſta ben preſto ſi riduce all' equabilità* per le grandi reſiſtenze, che incontra l' acqua al ſuo moto, come ſono la poca declività degli alvei medeſimi; le grandi inegualità de' fondi, bene ſpeſſo pieni di ſaſſi, o ghiare; gli oſtacoli lateralmente eſiſtenti nelle ripe; le tortuoſità de' fiumi &c.: impedimenti tutti, che pongono un' oſtacolo conſiderabiliſſimo al corſo dell' acqua, atto a diſtruggere, preſſo che del tutto, ogni velocità antecedentemente acquiſtata.

*Annot. XI.

*Annot. XII.

Regola II.

RIdotto, *che ſia il corſo dell' acqua all' equabilità, le dee però reſtare impreſſa quella velocità, che ha acquiſtata antecedentemente nello ſcorrere per lo ſuo piano, e queſta è regolarmente maggiore, quanto maggiore è la declività del ſuo letto;* Poichè, avendo maggior forza di ſuperare gl' impedimenti, l'acqua, che ſcorre per un' alveo più inclinato, che non ha quella, la quale corre per un meno inclinato; viene ad avere maggior proporzione la forza al ſuo reſiſtente nel primo caſo, che nel ſecondo; e dovendo, per ridurſi all' equabilità, eſſere eguale l' aumento della velocità, che ſuccederebbe, all' impedimento del reſiſtente; ne naſce in conſeguenza, che più tardaſi faccia tale uguaglianza, o che maggiori ſi aggiungano i gradi della velocità all' acqua, quanto maggiore è la declività: E queſta è la ragione, per la quale i torrenti, che ſcendono dalle montagne con precipitoſe cadute, ſuperano facilmente gli oſtacoli ordinarj, che loro ſi oppongono per freno del corſo.

Regola III.

*Ann. XIII.

DAlla medeſima ragione facilmente ſi può dedurre, *che * la velocità di un fiume allora ſarà maggiore, quando più grande ſarà il corpo d' acqua, che porterà*; poſciachè, (ſuppoſto il medeſimo pendio, e le medeſime reſiſtenze) avrà più forza di ſuperar queſte, la copia più grande dell'acqua, come più grave, che la minore: e perciò i fiumi nelle loro piene, corrono con maggiore velocità, che ne' tempi, ne' quali ſono più magri di acqua; il che è vero ancora per un' altra ragione, cioè, perchè l' acqua più alta, e per conſeguenza maggiormente lontana dal fondo, più ſi ſcoſta dalle reſiſtenze di eſſo. Biſogna però avvertire di non laſciarſi ingannare dall'apparenza, che ordinariamente luſinga gli uomini a giudicare della portata dell'acqua di un fiume, dalla grandezza della ſezione di eſſo, ſenza conſiderazione della velocità; poichè può darſi il caſo, che l'altezza maggiore dell' acqua dipenda dal ritardamento della velocità, non dall' accreſcimento di acqua nel fiume; e che in vece, che dall'altezza maggiore ſi poſſa arguire maggior velocità, piuttoſto ſi riſcontri minore; ma ciò non ſuccederà ne' noſtri ſuppoſti.

Regola IV.

*Ann. XIV.

* NE' fiumi, ne' quali la maggiore altezza viva dell' acqua ajuta le parti impedite di eſſa, a non cedere tanto alla forza degli oſtacoli; quanto minore ſarà la larghezza dell' alveo, tanto maggiore ſarà la velocità*. La ragione è manifeſta; perchè negli alvei più riſtretti, il medeſimo corpo d' acqua corrente, più ſi eleva di ſuperficie; ma, per lo ſuppoſto, maggiore altezza d' acqua, maggiormente ajuta a ſuperare gl' impedimenti, e quanto più facilmente ſi ſuperano gl' impedimenti, tanto maggiore rieſce la velocità; adunque negli alvei più riſtretti &c. maggiore ſi farà la velocità; e per conſeguenza più tardi ſi arriverà al moto equabile, e più gradi di velocità ſi avranno in eſſo. Vero è, che le ſponde più riſtrette, accoſtandoſi più a tutte le parti dell' acqua, fanno, che gl' impedimenti laterali altresì più operino; Ma ciò non oſtante, ſe non s' arrivi all' eccesſo, più potrà ſempre l' accreſcimento della velocità acquiſtata per l' altezza, che il ritardamento fatto dalle ſponde.

Regola V.

M*A que' fiumi, ne' quali l' altezza del corpo d' acqua non accresce la velocità, e che vanno tuttavia accelerandosi; quanto maggiore avranno la larghezza, tanto più veloci saranno.* La ragione si è, perchè, in maggiore larghezza, più abbassandosi la superficie dell' acqua, viene ogni parte di essa ad aver fatta maggiore discesa; e perciò ad aver acquistati più gradi di celerità. Dee però avvertirsi, che l' abbassamento dell' acqua non sia tanto grande, che avvicinandosi di soverchio al fondo, non risenta maggiormente gl' impedimenti del medesimo; altrimenti succederà tutto il contrario; e perciò la proposizione si dee intendere in termini abili.

Regola VI.

S*E la velocità d' un fiume, dopo una conveniente discesa, sia resa equabile, e dopo ritrovi tali impedimenti, che bastino a distruggere una parte di essa; in tal caso bisognerà, ch' ella si diminuisca, e ne sieguano nel fiume quegli effetti di alzamento, che devono succedere al rallentarsi del moto; ma cessati, e oltrepassati gl' impedimenti, tornerà l' acqua a riassumere i perduti gradi di velocità, fino a riacquistare quello, che è dovuto al pendio del letto, al corpo di acqua, ed alla qualità degl' impedimenti, che sono continui per tutto l' alveo.* Quindi è, che trovando, per l' ordinario, *l' acqua corrente* nel suo flusso novi ostacoli, e non essendo questi, per lo più, continuati, *non si trova, quasi mai, in* essa *una perfetta equabilità di moto, se non quando questa deriva solamente dagli sfregamenti col fondo, e con le ripe*, che sono resistenze necessarie, e continuate per tutto il tratto dell' alveo. Da ciò anche deriva, che *i fiumi, che corrono in ghiara, non ostante, che abbiano l' alveo inclinato considerabilmente, sono sempre in un continuo acceleramento, e ritardamento*; ed al contrario, *quelli, che corrono in sabbia godono una maggiore uniformità di moto.*

Tra gl' impedimenti, che si frappongono al corso dell' acqua, uno de' più considerabili è la perdita, o la diminuzione della pendenza, alla quale succede il ritardamento della velocità dell' acqua, la quale, quando prima sia stata equabile, non mai potrà

riacquiftarfi, se non torni in effere il primiero pendio, o non diminuifcano a proporzione le refiftenze. Che *fe il corfo dell' acqua non fia intieramente ridotto all' equabilità*; *lo fcemarfi del declivio farà* almeno, *che la velocità più preſto s' eguagli*, e potrà anche far sì, che il grado di velocità acquiftato fi fcemi, fecondo la differenza, che farà fra il pendio antecedente, e il fuffeguente.

Se le acque foffero corpi folidi, non dovrebbe cercarfi la velocità del loro moto, che nell' accennata inclinazione dell' alveo; ma per l' altra parte, la declività, che ordinariamente fi trova nel letto de' fiumi; anzi quella, che fi rifcontra ne' torrenti più rapidi, non farebbe baftante, per ragione dell' inegualità de' fondi, a permettere, che le acque poteffero difcendere al baffo, come non lo permette a' corpi folidi di maggior pefo, e fpecifico, ed affoluto; ed in fatti, gelata, che fia l' acqua de' fiumi, ceffano effi dal correre. Noi abbiamo, perciò, detto di fopra, che, acciò le acque poffano fcorrere per li loro alvei, fi richiede l' ajuto della fluidità, per caufa della quale può impedirfi, o ritardarfi una parte di effe, fenza che queſto ritardamento tiri feco egualmente quello di tutte le altre. La fluidità perciò, opera molto in permettere, che la gravità cagioni velocità nell' acqua corrente; perchè, effendo certo, per la fteffa ragione della fluidità, che * trovandofi l' acqua in qualche altezza di corpo, le parti fuperiori premono le inferiori, e colla forza della caduta, le obbligano a ricevere uno sforzo di muoverfi verfo qualfivoglia differenza di luogo, che, ridotto all' atto, produce nelle parti, che ne fono dotate, quel precifo grado di velocità, che loro avrebbe dato la difcefa dalla fuperficie dell' acqua fino al luogo, nel quale ciafcheduna di effe fi trova; bifogna confeffare, che *la velocità dell' acqua non folo dipende dalla difcefa fatta per un' alveo declive; ma ancora dal pefo, o preffione efercitata dalle parti fuperiori fopra le inferiori*, fecondo la Regola affegnata di fopra.

* Ann. XV.

Regola VII.

Quindi è, che *ne' fiumi, preſſo le loro origini, dove regolarmente hanno cadute confiderabili, la velocità dell' acqua fi defume più dall' accelerazione, che dall' altezza del corpo dell' acqua medefima*, ma nello fcoftarfi, che fanno, dal loro principio (refa infen-

insensibile, e talvolta levata affatto la declività dell'alveo) ne siegue, che, contrastando sempre gl'impedimenti alla velocità del fiume, finalmente si distrugga ogni grado di velocità acquistata per la caduta; ma non perciò si tolga il corso al fiume, sottentrando l'altezza dell'acqua a produrre quella velocità, che è necessaria allo scarico dell'acqua somministrata dalla parte superiore dell'alveo; * e perciò *i fiumi di poca declività, sono più veloci di corso, quanto maggiore è l'altezza viva dell'acqua, che portano.* *Ann. XVI.

Dipendendo dunque il corso de' fiumi, e dalla caduta, e dall'altezza del corpo di acqua, e non riconoscendo mai una parte di acqua, la sua velocità, che da un solo principio; *può darsi il caso, che*, trattandosi di tutta quella quantità di acqua, che passa nel medesimo tempo per una data sezione di fiume, *una parte*, per esempio, l'inferiore, *abbia la velocità regolata dall'altezza viva dell'acqua; e l'altra parte*, v. g. la superiore, *dalla discesa, trovandosene anche qualch'altra, nella quale si pareggino le efficienze delle due cause*, dimanierachè tutte le parti d'acqua inferiori ad essa, siano veloci per l'altezza dell'acqua, e tutte le superiori per la caduta.

Sia, per esempio, il lago, o fonte ABE, dal quale esca l'acqua, che debba scorrere per lo canale connesso, ed inclinato BK, e l'acqua nella prima sezione abbia l'altezza BA, e sia la linea ES l'orizzontale per la superficie dell'acqua del lago: Certa cosa è, che essendo l'acqua in B nel primo punto della pendenza BK, non può avere altra velocità, che la dovuta all'altezza, che ha la superficie del lago sopra il fondo B dell'emissario; e perciò il punto B avrà la velocità, ch'è dovuta all'altezza BR, o alla discesa EB, e la superficie dell'acqua nella prima sezione in A, avrà quella velocità, che è propria della discesa EA, o dell'altezza SA; Continuandosi poscia il moto per lo canale BK, ed accelerandosi continuamente tutte le parti dell'acqua; * si disporrà la superficie di questa in una linea curva ALI, che anderà sempre accostandosi al fondo BK a misura dell'accrescimento, che avviene alla velocità. Tirata perciò per lo punto E, la EO perpendicolare all'orizzonte; circa di essa, come asse, si descriva la linea curva EBDFP, che, astraendo di tutti gl'impedimenti, dovrebbe essere parabolica: E supposto, che l'acqua del fondo, giunta che sia in G, incontri tali impedimenti, che possano ridurla all' Fig. 14. *Ann. XVII.

equa-

equabilità, si tiri per lo punto G la linea GDM orizzontale, la cui parte MD mostrerà la velocità del punto G; e supponendo pure, che le resistenze da G in K, continuino senza accrescersi, o sminuirsi; sarà la velocità da G, in K sempre la medesima; e perciò, per lo punto D tirata la linea DT, paralella alla MO, tutte le velocità del fondo anderanno a terminare nell'ambito della figura EBDT, composta della curva ED, e della retta DT: Ma perchè nella medesima sezione, la superficie L non è tanto veloce, quanto il fondo G, per avere minore la discesa, la cui differenza è CM; continuerà il punto L ad accelerarsi, v. g. fino al punto V, l'orizzontale del quale coincida con quella del punto G: ed allora l'acqua nella perpendicolare della sezione VX, sarà di eguale velocità, tanto nella superficie, che nel fondo del canale XK.

Questo caso però, se non è impossibile, almeno è molto raro, perchè regolarmente l'acqua è più impedita nel fondo, che nella superficie; e perciò, fattasi eguale la velocità di V a quella di G, non cesserà la velocità di V d'aumentarsi di vantaggio. Supponiamo dunque, che l'accrescimento della velocità si renda sempre maggiore fino in I, e quivi si faccia l'equabilità; Condotta dunque per lo punto I l'orizzontale IN, sarà FN la velocità di I; e perchè questa più non può accrescersi, condotta per F la linea FH, paralella ad NO, tutte le velocità della superficie dell'acqua da A in I &c. anderanno a terminare alla circonferenza EBFH, composta della retta FH, e della curva EBF, e le velocità di tutte le altre parti fra la superficie, ed il fondo, avranno la sua equabilità ne' punti fra D, ed F, da ciascheduno de' quali, se si tireranno delle paralelle all'asse EO, saranno queste racchiuse fra le due DT, FH: Dal che si raccoglie, che in tal supposto la maggiore velocità del canale, o fiume nella parte inferiore al punto V, è nella superficie dell'acqua; minore nel fondo; e nelle parti di mezzo, tanto è maggiore, quanto più l'acqua sta lontana dal fondo, che è quello, ch'io notai nello Scoglio della Prop. IV. *del secondo libro della misura delle acque correnti*.

Ciò esposto, se dopo ridotte tutte le parti dell'acqua all'equabilità, s'incontrassero nuovi impedimenti, che levassero gran parte della velocità acquistata; certa cosa è, che a proporzione della velocità levata, dovrebbe alzarsi il corpo d'acqua; la quale, quan-

quando nell' elevarsi, ricevesse dalla sua altezza tanta energia, che potesse imprimere nelle parti più basse delle sezioni, velocità maggiore di quella, che loro era restata, dopo la porzione levata dagl' impedimenti; non v' ha dubbio, che elevatasi l' acqua a tanta altezza, che le potesse bastare per iscaricarsi, non crescerebbe ella di vantaggio; ma in tale stato continuerebbe il suo moto, quando si continuassero gl' impedimenti medesimi.

* Per esempio, supponiamo, che l'acqua, nel correre, abbia acquistata nell' atto di ridursi all' equabilità una velocità competente a dieci piedi di caduta, o di discesa; e che perciò l'acqua, attesa anche la sua quantità reale, debba scorrere con un'altezza di corpo di quattro piedi nella sua sezione. Questa altezza dunque dovrebbe sempre mantenersi, continuandosi gl' istessi impedimenti, e la stessa larghezza, e pendenza di alveo; Ma incontrandosi maggiori resistenze, supponiamo, che queste levino a tutta la sezione del fiume, la metà della velocità antecedente; E certo *per la prop. 3. del primo libro della misura delle acque correnti*, che in tal caso l'altezza dell'acqua dovrebbe crescere il doppio; cioè a piedi 8; ma perchè, se alla discesa di piedi 10 corrisponde una velocità determinata, la metà di essa non compete, che a una quarta parte della predetta caduta, cioè a piedi due, e mezzo; potrà l'altezza primiera dell'acqua fare qualche sforzo contro le resistenze; ma non bastando, nell' elevarsi, che farà l'acqua, trovando la velocità competente alla caduta di soli piedi due, e mezzo; sottentrerà essa a premere le parti inferiori dell'acqua, e ad imprimere loro gradi maggiori, non permettendo, che gli ostacoli levino tutta quella velocità, che per altro avrebbero levata; Onde, quando si sarà alzata l' acqua tanto, che basti a restituire alla sezione intiera tutta quella somma di velocità, che le è dovuta per iscaricarsi, non s' alzerà di più; ma fermerassi nell' alzamento acquistato. E perchè in tale stato necessariamente dee darsi, che in tutte le parti dell'acqua, si trovi dimezzata la primiera velocità, ma in alcune più, in altre meno della metà, dimanierachè gli eccessi, e i difetti da questa, vicendevolmente si compensino; quindi è, che quelle parti, che avranno velocità tale, che possa essere accresciuta dall' altezza dell' acqua, nell' accrescersi, che fa successivamente, ricupereranno qualche parte della perduta velocità, e quelle, che non ostante la perdita fattane, ancora conservassero

* Ann. XVIII.

Dan.

il

il rimanente maggiore di quella, che potesse contribuire l'altezza dell'acqua predetta, la riterrebbero nello stato medesimo senza veruna alterazione; se pure i moti sregolati, che fa l'acqua nell'alzarsi di corpo, non servissero di nuovo impedimento; Dal che apparisce, che l'acqua predetta non si eleverebbe agli otto piedi suppoiti, se non nel caso, che la velocità dell'acqua vicino al fondo, restasse scemata della sua metà; ed altrettanta fosse la velocità, colla quale scorressero gl'altri quattro piedi di altezza aggiunta.

Perchè dunque, come si dirà a suo luogo, le inclinazioni degli alvei sempre più si sminuiscono, quanto più si scostano dal loro principio; quindi ne nasce, che trovandosi sovente essere così poca *la declività dell'alveo*, che l'angolo formato dalla linea del fondo con l'orizzontale, non arrivi ad essere sensibile, (come appunto è in un pendio simile quello del nostro Reno, che nelle parti inferiori non arriva a cinquantadue seconde) perciò tal declività in alcuni casi *poco opera a rendere veloci le acque de' fiumi; fuorchè nelle parti molto vicine alla superficie dell'acqua*, che sono assai dilicate per risentire ogni picciolo sconcerto del loro equilibrio: Onde è, che *le parti più vicine al fondo, non scorrono al basso per cagione del declivio dell'alveo, ma solo per l'altezza dell'acque superiori*, così le mezzane, e le più alte, secondo la diversa declività del fondo dell'alveo.

Regola VIII.

Ciò fa conoscere, che *l'acque libere de' fiumi hanno diverse velocità in ognuna delle perpendicolari della stessa sezione*, poichè le parti superficiali ponno avere una velocità apparentemente considerabile; le più basse un poco meno; quelle di mezzo molto più; e le vicine al fondo (prescindendo dalle resistenze) anche più: ma in realtà (mettendo queste a conto) qualche cosa di meno di quelle del mezzo; dal che pare a prima vista, rendersi dubbiosa ogni regola di misurare le acque correnti. Contuttociò, * il metodo assegnato da noi *nel libro 4. della misura delle acque*, s'applicherà a'luoghi proporzionati, ne'quali l'altezza viva dell'acqua sia la più grande, che avere si possa; e che l'alveo sia di poco pendio; e coll'avvertenza, negli altri casi, di toglier di mezzo tutta la velocità acquistata per la caduta, che ordinariamente è nelle parti superficiali dell'acqua (il che si fa esquisitamente coll'abbassare

*Ann. XIX.

fare

fare le cateratte motivate *in detto libro*; anzi si può farne la prova, con fare il calcolo dell'acqua corrente più volte, tenendo abbassata la cateratta, ora più, ora meno: il che anche maggiormente assicura, che le larghezze de' regolatori siano vive) non sarà affatto impossibile di misurare qualunque acqua corrente. Anzi ne' casi di poca pendenza di alveo, e ne' fiumi, che si chiamano rassettati di corso, la velocità della superficie trascurata, non può fare molto divario; anzi piuttosto con quest' aggiunta si può assai bene compensare ciò, che detrae alla vera misura, l' impedimento delle sponde, e del fondo de' regolatori.

Non è da tacere un' altra cagione, che opera nel far crescere, o sminuire la velocità nelle parti dell'acqua, o debbasi essa desumere dalla caduta, o dall'altezza: ed è l' aderenza, o viscosità, o collegazione, benchè poca, che hanno insieme le particelle, tutto che minime, dell' acqua; Perchè, siccome vediamo, che *rallentandosi il moto vicino alle sponde, vengono similmente, benchè sempre meno, impedite anche le parti da esse più lontane*; e che all' incontro, ristringendosi il filone alla ripa, la velocità di questo influisce ad accelerare l'acqua vicina, non ostante la resistenza, che vi trova; così è fuori d'ogni dubbio, che, trovandosi le parti inferiori con moto assai veloce, ne dovranno comunicare qualche parte alle superiori, e che nella medesima maniera gl' impedimenti del fondo ritarderanno non solo l' acqua, che vi sta immediatamente vicina; ma anche quella, che da esso maggiormente si scosta: e questa è una delle ragioni, per la quale ne' canali orizzontali s' osserva qualche velocità nella parte superiore dell' acqua; mentre, per altro, non avendo questa veruna pressione, parerebbe, che secondo ogni ragione, dovesse restare priva d' ogni moto, o solo averne quel tanto, che può conciliarle in qualche parte la declività della superficie, che è insensibile. E da ciò anche deriva in parte, che nelle piene de' fiumi, le acque si rendono più veloci; poichè accrescendosi per la maggiore altezza dell' acqua, la velocità alle parti inferiori; questa viene ad essere participata ancora alle parti superiori, per ragione dell'aderenza, che hanno queste con quelle. Di tale variazione però nella misura dell' acque non si dee tener conto veruno: attesochè, quanto di moto le meno veloci assumono in se, per la comunicazione delle più veloci, altrettanto queste ne perdono; e non per altro le più veloci si ritardano per

la vicinanza di altre meno veloci, se non perchè le prime si spogliano di una parte della propria velocità, participandola alle seconde; ond'è, che per tale ben'aggiustata compensazione, non accrescendosi, ne sminuendosi la somma del moto, ne meno si altera la velocità media, dalla quale principalmente dipende la misura dell' acque correnti.

Da tutto il predetto si può raccogliere per modo di epilogo [1] che *due sono le cause immediate della velocità nelle acque de' fiumi*, cioè una, la declività dell' alveo, e l'altra, l'altezza viva del corpo dell' acqua; o per dir meglio l'accelerazione del moto acquistata nel discendere dell' acqua per l'inclinazione dell' alveo; e la celerità dovuta alla caduta dall'altezza viva della sezione, fino alla parte di acqua, da essa resa veloce.[2] Che *dette due cause non operano unite; ma solo per ragione della prevalenza*, dimodochè, se più vale l'accelerazione del pendio, che l'altezza viva dell' acqua; a quella, e non a questa deesi la velocità, e per lo contrario.]3] Che *nella medesima sezione, ma non nella medesima parte dell'acqua può avere luogo l' una, e l' altra di dette cause nello stesso tempo*, dimodochè una parte riconosca la sua velocità dall' altezza dell'acqua, l'altra dal pendio dell' alveo. [4] Che *ne' fiumi di poca declività ha luogo, per la maggior parte, la velocità nata dall' altezza dell' acqua, ed in quelli, che hanno molta caduta, può aver luogo questa, più che l'altezza, in rendere l' acqua veloce; ed in qualche caso può operare la sola caduta.* [5] Che *la velocità della superficie dell' acqua è sempre effetto della declività di essa*, e ne' canali orizzontali, anche della viscosità, che si trova fra le parti dell'acqua.[6] Che *nella misura dell' acque correnti, si dee fare in modo, che tutta la velocità della sezione dipenda dalla sola altezza*, il che si può ottenere, abbassando delle cateratte sotto la superficie dell'acqua, che l'obblighino ad elevarsi, e ad accrescere le velocità inferiori, se ve ne sono, provenienti dall'accelerazione per lo pendio. Dal che si può dedurre [7] Che * *i fiumi, i quali non hanno sensibile declività, tanto saranno più veloci, quanto maggiore sarà il corpo d' acqua, che porteranno*, supposta in essi eguale la larghezza dell'alveo; o pure, *quanto maggiore sarà la loro altezza viva.* Ed [8] finalmente. Che *i fiumi, i quali portano eguale quantità di acqua, quanto saranno più ristretti, saranno anche tanto più veloci; quanto più larghi, tanto meno veloci*, e perciò nelle sezioni più strette del medesimo fiume, s' osserva maggiore velocità di corso.

*Annot. XX.

A N-

ANNOTAZIONI
AL CAPO QUARTO.

ANNOTAZIONE I.

(Al § *Restano dunque in fatti*)

D*Opo un certo spazio di discesa..... la resistenza dell' aria cominci ad operare sensibilmente, finchè pareggiando essa la forza accelerante, impedisca, che la velocità più non s'accresca, e però di lì avanti il moto si re da equabile.*

Stimò l' Autore col Galileo, che il moto de' gravi cadenti per l'aria si riducesse dopo qualche tempo all' equabilità. Ma qui è da avvertire, che sebbene nella discesa di ciascun corpo si può figurare un grado di celerità massimo, oltre la quale mai non possa aumentarsi il suo moto, pareggiandosi allora la forza della gravità alla resistenza del mezzo, e con ciò distruggendosi la forza accelerante, che consiste nell' eccesso di quella sopra questa (e tal velocità massima sarebbe quella, che per l' appunto basterebbe all' aria, o al vento, che si facesse soffiare allo insù, per tener sospeso quel corpo, senza che potesse cominciare a discendere) nulladimeno non può giammai la velocità del corpo cadente arrivare a quel tal grado, se non dopo un tempo infinito, come dopo l' Ugenio, il Leibnizio, e il Cavalier Neuton, anno dimostrato altri moderni matematici, e specialmente il Sig. Varignon, almeno in tutte quelle ipotesi, che loro è caduto in mente di esaminare intorno alla legge della resistenza, cioè al rapporto di esse colle velocità; onde segue, che i gravi mai non possano giugnere in virtù della resistenza dell' aria al moto equabile, ma perpetuamente debbano andarsi accelerando, contecchè tale accelerazione si riduca a poco a poco ad essere insensibile.

Ciò non ostante vedremo nelle note seguenti, che la supposizione presa dal nostro Autore niente deroga nella sostanza alla dottrina, che egli espone appresso intorno al corso delle acque; e molto più, perchè nella presente materia non tanto fa d' uopo considerare la resistenza dell' aria (che poco, o nulla ha che fare col corso de' fiumi ne' loro alvei) quanto le altre resistenze, che dipendono dagli ostacoli, che s' incontrano nelle ripe, e nel fondo, e da simili impedimenti, i quali nelle cadute de' corpi solidi, che sdrucciolassero lungo que' piani basterebbero talvolta non pure ad impedire l' accelerazione, ma come l' esperienza dimostra, a rallentarne positivamente il moto, ed anco a spegnerlo affatto; e lo stesso seguirebbe ne' fluidi se questi nell' accumularsi, che fanno pel loro ritardamento non trovassero modo di superare gl' impedimenti, come più sotto si spiega in questo medesimo capo.

ANNOTAZIONE II.

(Al § *Tanto più s' impedirà*)

T*Anto più s' impedirà l' accelerazione del moto d' un grave cadente per un piano inclinato, se la di lui superficie, e quella del piano avranno delle irregolarità, e delle asprezze.*

Quì si vuol notare, che secondo alcuni corre una diversità essenziale fra la resistenza del mezzo (a cagion d' esempio dell' aria) e quella, che nasce dalla scabrosità della figura de' gravi, o dall' asprezza del piano, per cui scorrono; perchè laddove la prima ragionevolmente si suppone sempre andarsi aumentando a misura, che cresce la velocità del mobile (qualunque poi sia la proporzione di tale aumento, intorno a che diverse sono le ipotesi degli Scrittori), al contrario le resistenze, che nascono dall' asprezza della figura del corpo, o da' risalti del piano (quand' anco questi si suppongano per tutto uniformi) o non serbano alcun particolar rapporto colle velocità, o tal rapporto non è per avventura lo stesso, che ha luogo nella resistenza dell' aria.

L' Ermanno nel lib. 2. della foronomia §. 477. chiama tali resistenze assolute, cioè

indipendenti dalle velocità, perciocchè una tal sorta d' impedimenti toglie sempre egual parte di forza al mobile, o si mova questo con una velocità, o con un' altra, e ciò supposto, trattando poscia nel §. 404. d' un solido, che cadendo lungo un piano non soffra altra resistenza, che quella delle asprezze uniformi, riduce un tal caso a quello della gravità costante, mentre diffalcando sempre da questa la quantità della resistenza, anch' essa costante, la forza, che rimane, e che è quella, che ad ogni istante sollecita il corpo, sempre si manterrà d' una istessa misura, comecchè minore dell' intera gravità, e per conseguente dovrà sempre andare accelerando il corpo, ma per gradi minori di quello, che avrebbe fatto la gravità senza tal resistenza.

Ma il Sig. Varignon nelle memorie dell' Accademia Reale delle Scienze del 1707. in una nota, che aggiugne dopo il corollario 7. del problema 3. della sua dissertazione sopra i moti fatti ne' mezzi resistenti, considerando la resistenza, che dipende dalle asprezze uniformi esser proporzionale non già al tempo (come pare, che il Sig. Ermanno la figuri nel precedente discorso) ma bensì allo spazio corso dal mobile in un dato tempo minimo (per essere in fatti tanto maggiore il numero dei risalti, che sempre detraggono egual parte di forza al mobile quanto più lungo è lo spazio corso, giacchè tali risalti si suppongono per lo stesso spazio uniformemente distribuiti) conchiude, che la resistenza sarebbe verisimilmente come la velocità attuale del corpo a ciascun tempo; e però anche l'impedimento delle asprezze produrrà una resistenza, che non potrà dirsi assoluta, ma che avrà dipendenza dalla velocità, comecchè non abbia per avventura a quella il medesimo rapporto, che vi ha la resistenza dell' aria. È ben vero, che se le resistenze nate dalle asprezze consistono [come le spiega il Sig. Pitot nelle memorie del 1730] in tanti ribalzi, seguiranno forse altre leggi.

Comunque sia, è manifesto, che tanto nell' una quanto nell' altra di queste due ipotesi dovranno i corpi solidi cadenti per piani inclinati sempre andarsi accelerando non ostanti le asprezze uniformi, che vi incontrano, e così pure dovranno fare le acque de' fiumi nella loro discesa non ostante il soffregarsi, che fanno colle ripe, e col fondo. Egli è ben vero, che la difformità di tali impedimenti congiunti cogli altri, che incontrano i fiumi, come le diverse inclinazioni degli alvei, gli scogli, e i sassi, che gl' ingombrano fra le montagne, le cascate dalle pescaje, il cangiamento delle larghezze, l' obbliquità delle ripe, i ribalzi, e le riflessioni dell' acqua, l' impeto dei fiumi tributarj, e simili altre cagioni ponno non pure impedire l' accelerazione, ma indurre positivo rallentamento nel corso delle acque, come poc' anzi si è notato.

ANNOTAZIONE III.

(Al § *Se un grave*)

S*E un grave, che scenda per un piano inclinato AB (Fig. 10.) ne incontrerà un' altro meno inclinato ...... accelleratosi per AB continuerà ad accelerarsi per BC, ma più lentamente, dimodochè in tutti i punti D, D abbia la velocità medesima, che avrebbe ne' punti E, E cadendo perpendicolarmente per AE.*

Questo pure fu insegnamento del Galileo, ma non è poi stato trovato vero da chi dopo di esso ha meditato sopra tal materia. Osservò il Sig. Varignon, che la velocità del mobile nel suo passaggio nel nuovo piano dee necessariamente diminuirsi, e ridursi, rispetto alla primiera velocità, in ragione del sino del compimento dell' angolo, che comprendono fra loro i due piani al sino totale. Allora solo un grave in qualsivoglia punto del suo viaggio inclinato all' orizzonte avrebbe la stessa velocità, che compete al punto corrispondente del perpendicolo, quando la linea inclinata del detto viaggio fosse o una sola retta, o una curva continuata, o pure una porzione di curva congiunta ad un' altra linea tangente retta, o curva; ma non così ove ad un piano ne succeda un' altro, che col primo comprenda un' angolo assegnabile. Veggansi intorno a ciò le proposizioni 7. e 8. delle utilissime annotazioni del Padre

Aba-

Abate Grandi al trattato del moto accelerato del Galileo.

Ma ne qui pure si dee temere, che nasca alcuno sconcio a quello, che sul fondamento predetto insegna l'Autore intorno al movimento dei fiumi. Solamente nel caso, che essi scendano per diversi piani inclinati si dovrà aver riguardo alla predetta diminuzione della velocità, considerando il cangiamento dell'inclinazione per uno di que' tanti impedimenti, che l'acqua incontra negli alvei de' fiumi, e che concorrono a scemarne la velocità.

ANNOTAZIONE IV.

(Al § *Ma perchè*)

O*Gni parte di essi può moversi con direzione, e velocità diversa.*

Non ostante che le diverse parti d'un fluido possano avere velocità, e direzioni diverse, a differenza di quelle d'un solido, tuttavia trattandosi di un corso d'acqua o sia per aria, come ne' getti, o lungo un letto, come ne' fiumi, si può in ciascuna sezione intendere una direzione mezzana fra tutte, cioè quella secondo cui si move la maggior parte delle linee, o fila dell'acqua, e quella si prende per la direzione universale di tutta l'acqua, e si può parimente figurare una velocità media aritmetica risultante dal ragguaglio delle varie velocità delle diverse parti, e questa s'intende per velocità media, come si è accennato nell'annotazione 5. del capo 1. In tal senso si vuol prendere e il detto finora, e quello, che si dirà appresso delle velocità, e delle direzioni delle acque, ove espressamente non si distingua o la direzione, o la velocità d'una parte di una sezione da quella dell'altra.

ANNOTAZIONE V.

(Al § *Dovendo perciò*)

D*Ovendo perciò ognuna delle parti d'un fluido considerarsi come un corpicciuolo solido, e grave ec.*

Non è punto necessario obbligarsi a far concetto de' fluidi, come di aggregati di corpicciuoli solidi, potendosi verificare nella sostanza tutto ciò, che in questo trattato s'insegna, ancorchè le parti minime de' fluidi si considerassero come fluide. E' bensì necessario supporle gravi, e prendere almeno per ipotesi, che ciascuna parte nello scendere abbasso, prescindendo dagli impedimenti, si acceleri con quella legge, con cui si accelerano i solidi, quand' anco si lasciasse in dubbio, se ne' medesimi tempi dopo la quiete passassero per li medesimi gradi di celerità, che questi. Vedi intorno a ciò l'annotazione 5. del capo 1.

ANNOTAZIONE VI.

[Al § *Si considera bensì*]

E' *Manifesto trovarsi tra le di lei parti un tal qual vincolo, che è quello, che tiene unite insieme le gocce dell'acqua.*

Questa adesione, o viscosità, che dall'Autore si riconosce fra le particelle dell'acqua, può per avventura avere ne' movimenti di essa più parte di quello, che paja a prima vista, nè forse senza ricorrere ad un tal principio si può chiaramente comprendere alcuno di quegli effetti, che si riconoscono dalla gravità, e dalla fluidità.

Egli è difficile spiegare la predetta adesione supponendo le particelle di figura sferica, se pure non si ricorresse alle attrazioni scambievoli delle parti della materia, che è un'altra ipotesi fisica, la quale è soggetta alle sue difficultà.

ANNOTAZIONE VII.

[Al § *Da ciò rendesi*]

N*On è da dubitare, che le sfere della serie superiore cadendo nell'inferiore non abbiano nel punto di essa giustamente quella medesima velocità, che averebbero, se dal principio del piano fossero venute fino a quel punto.*

Non manca a mio credere di soggiacere a qualche dubbio questa asserzione, a riguardo della resistenza, che incontra ciascun globetto nel suo discendere dal contatto di quelli fra' quali dee scorrere, anzi pur' anco dal fondo, e dalle sponde quan-

cun-

tunque regolari, e spianate, che lateralmente chiudono, e sostentano la massa de' globi, come necessariamente convien supporre, se non si vuole, che la pressione de' superiori faccia mover di fianco gl' inferiori, e disturbi le regolarità delle direzioni, che quì si figurano. Atteso ciò non pare così evidente, che ciascun globo in una simile discesa compisca tutta quella velocità, che acquisterebbe in una caduta libera. E applicando questo discorso al moto delle acque, forse questo sostentamento è uno degli ostacoli da mettersi in conto fra quelli, che resistono all' accelerazione de' fiumi, e da cui non si può fare astrazione [come si può fare dal semplice soffregamento] mentre pare, che la velocità debba restarne modificata. Vedi anche intorno a ciò l'annotazione xi. di questo capo.

ANNOTAZIONE VIII.

(Al § *Nel moto*)

L*A pressione del superiore può restituire immediatamente all' inferiore tutta, o parte di quella velocità, che gli è stata tolta dall' impedimento, o piuttosto far sì, che questo non produca in esso quell' effetto, che per altro vi sarebbe succeduto.*

Che ne' fluidi la pressione delle parti superiori possa aumentare nelle inferiori la velocità è manifesto per esperienza; atteso, che se attraverso un canale corrente, e che porti una misura costante d' acqua si porrà un' ostacolo, che alcun poco sia immerso sotto la superficie di quella, e chiuda il canale da una ripa all' altra [come sarebbe una cateratta, che si calasse fra' suoi incastri fino al pelo, o un poco sotto il pelo dell' acqua] si osserverà l' acqua dalla parte superiore all' impedimento elevarsi fino a un certo segno, per lo più non molto alto, e in tale positura rendersi come stagnante, e dopo ciò seguitare il canale il suo corso senza altra alterazione. In tal caso è manifesto, che l' istessa quantità d' acqua passa per quel vano, che resta dall' impedimento in giù fino al fondo, che passava per l' intera sezione, e per tutte le altre avanti l' apposizione dell' impedimento, cioè a dire, che l' istessa acqua passa per una minor sezione, onde è forza, che v[...] passi con maggior velocità; ne altro pu[...] credersi se non che l' accrescimento d' al[...]tezza seguito dalla parte di sopra alla ca[...]teratta sia quello, che gl' imprima un[...] grado di velocità maggiore, appunto co[...]me succederebbe in un vaso, in cui la super[...]ficie dell' acqua fosse a qualche altezza so[...]pra la sommità della luce, per cui esce. Tutto il dubbio, che può rimanere è s[e] l' effetto dell' acqua superiore nell' accre[...]scer velocità all' inferiore abbia luog[o] eziandio quando la superiore non sia ristagnata, come lo è in questo esperimento ma anch' essa corrente insieme coll' inferiore nelle sezioni del fiume; ma di ciò [si] parlerà nella nota 13. di questo capo.

ANNOTAZIONE IX.

(Al § *In questa quarta*)

A*Nzi sopra de' piani orizzontali ... possono scorrere i fluidi sottentrando al difetto dell' inclinazione il peso, e la pressione del proprio corpo.*

Vedi intorno a ciò la proposizione 1. del capo 5., e suoi corollarj colle loro annotazioni.

ANNOTAZIONE X.

(Al § *quanto poi alle regole*)

NOn essendo possibile in questa materia provare tutto ciò, che si asserisce co[n] rigorose dimostrazioni (come lo stesso Autore ha dichiarato nella prefazione a quest' opera) riputiamo, che a quelle, che egli chiama *regole*, più propriamente convenga il nome d' *ipotesi*, o di *supposizioni*, e tali in avvenire le chiamaremo, non dissimulando quelle difficoltà, alle quali ponno esser sogette, oltre quelle, che in parte si sono già accennate nelle annotazioni, o al primo, o al presente capo, intorno a' fondamenti da' quali sono dedotte; persuadendoci, che tutto ciò non ostante non lascino d' esser molto probabili, e conformi all' esperienza.

Avvertiamo, che le predette o regole, o ipotesi, che si dicano, suppongono gli alvei inalterabili, onde conviene metter da

parte

parte qualunque effetto di escavazione, o di repletione, che possa succedere o alle sponde, o nel fondo, come se i fiumi non portassero alcuna materia estranea atta a deporsi sul letto, e come se questo fosse dotato d'una perfetta resistenza alla corrosione, de' quali effetti si comincia poi a trattare nel capo seguente.

ANNOTAZIONE XI.

(Alla regola prima)

L'*Acqua passando dalla quiete al moto .... acquista nella discesa per gli alvei dei fiumi, che sono altrettanti piani per lo più inclinati all' orizzonte, qualche grado di velocità.*

Niuno, che io stimi, metterà in dubbio questa asserzione ne' termini generali ne' quali è espressa, mostrando in fatti l'esperienza, che quando l'acqua si trova obbligata a scorrere per una doccia, o altro canale steso in linea retta con fondo, e sponde ben piane, con larghezza uniforme, e con notabile inclinazione all' orizzonte, nell' andar discendendo visibilmente si assottiglia, e scema d'altezza sopra il fondo, il che indica la velocità media di ciascuna sezione andarsi rendendo maggiore; onde si può inferire, che lo stesso dal più al meno succeda in ogni canale inclinato.

Rimane solo da vedere con qual legge, e per quali gradi segua tale accelerazione. L'Autore differisce a parlarne più sotto alla regola 7. § *Sia per esempio*, ma noi abbiamo stimato doverne anticipatamente far parola in questo luogo, per maggior chiarezza delle cose, che seguono appresso.

Suppone egli in primo luogo, che l'acqua nel suo primo affacciarsi all' emissario della vasca, o ricettacolo onde il fiume ha origine (giacchè a questo caso si ponno ridurre quasi sempre i principj de' fiumi di qualche considerazione, ancorchè per avventura le acque vengano somministrate al detto ricettacolo da altri rigagnoli, o fiumi minori) vi si presenti con quella velocità, con cui si presenterebbe allo stesso emissario, se alcun canale non vi fosse applicato. E in secondo luogo suppone, che nello scendere, che fa l'acqua per l'alveo, le velocità di ciascuna parte di essa crescano nella proporzione dimezzata delle discese perpendicolari fatte sin dal principio del canale, il qual principio si figura nel punto, in cui il piano del fondo di esso prolungato allo insù incontra la superficie dell' acqua del ricettacolo; o quel, che è lo stesso in ragione dimezzata delle altezze misurate dall' orizzonte della detta superficie fino a quella parte di acqua, di cui si tratta, purchè si faccia astrazione da tutti gl' impedimenti, che si oppongono al corso del fiume. Tutto ciò spiega egli nel detto luogo colla figura 14., e coerentemente a tali principj ne siegue quello, che egli stesso avea insegnato nell' altra sua opera della misura delle acque correnti, mostrando ivi nel libro 2. prop. 2., che la velocità dell' acqua in qualsivoglia sezione d'un canale inclinato è la medesima, che avrebbe all' uscire da un vaso per una luce eguale simile, e similmente posta colla sezione, e altrettanto immersa sotto la superficie dell' acqua del vaso, quanta è la distanza della sezione dall' *orizzonte* dell' origine dell' alveo. La medesima dottrina viene comunemente seguitata dagli scrittori, che dopo di esso anno trattato di tal materia, come il Signor Varignon, il Signor Ermanno, il Padre Abate Grandi, il Signor di Gravesande, ed altri.

Non lasceremo tuttavia di accennare que' dubbj, che o sono stati mossi, o potrebbono moversi intorno a questi insegnamenti. Il primo è se quando l'acqua della conserva, o ricettacolo si affaccia ad un' emissario, a cui sia applicato un canale, vi entri con quella stessa velocità, con cui vi entrerebbe se niun canale vi fosse applicato, o se possa per avventura la velocità di essa acquistare alcuna modificazione dalle sponde, e dal fondo del canale, per cui l'acqua si trova obbligata ad incamminarsi. Per fondamento di questo dubbio si può osservare, che fra le sperienze del Signor Marchese Poleni nel suo trattato *de Castellis* alcune ve ne anno nelle quali uscendo l'acqua per una luce rettangola apposta colla base orizzontale alla sponda d'un vaso in una sottil lastra di metallo, entrava in un canale aperto per di sopra, dell' istessa larghezza colla luce, col fondo orizzontale

tale al piano della base dell' apertura, e di lunghezza di sei once.

La quantità d' acqua, che si raccoglieva per questo canale in un dato tempo era alquanto maggiore, e per conseguenza maggiore la velocità di quello, che fosse quando, rimosso il canale, si lasciava l'acqua liberamente sgorgare nell' aria in forma di getto. Non potendosi dunque tale aumento di velocità attribuire alla discesa seguita per la lunghezza del canale (perocchè il fondo di esso era orizzontale) pare, che se ne possa inferire, che anco nella stessa apertura, o luce del vaso entrasse l' acqua con maggiore velocità di quello, che avrebbe fatto senza il canale, e che perciò l' apposizione di questo alteri qualche poco la velocità dell' acqua fino nel suo primo uscire dal vaso: e che qualche simile effetto se non maggiore, potesse aspettarsi ove il canale in vece d' essere orizzontale fosse inclinato, sembrando, che in tal positura egli fosse per rapire, e tirar fuori anche maggior quantità d' acqua. La velocità predetta nelle stesse sperienze si trovò eziandio maggiore addattando al medesimo lume un simil canale chiuso per di sopra, ne si può sapere quello, che fosse accaduto servendosi di canali di maggior lunghezza, co' quali pare verisimile, che la quantità dell' acqua fosse per riuscir minore; onde tali sperienze congiunte colle altre de' gran divarj osservati nelle velocità secondo le diverse figure, e lunghezze di altri tubi apposti a' fori circolari, rendono ragionevole questo primo dubbio, e converrebbe a mio credere rischiararlo con esperienza atte a stabilire la verità d' un tal fatto.

Il secondo dubbio non dissimile dal primo può nascere intorno alle velocità dell' acqua nelle sezioni susseguenti del canale inclinato, per cui scende; mentre posto ancora, che le dette velocità dovessero essere in ragione dimezzata delle discese, non ne siegue, che debbano essere per l' appunto le medesime, che sarebbero se l' acqua di quella sezione liberamente uscisse dalla sponda di un vaso per un lume eguale, simile, e similmente posto, e tanto profondo sotto la superficie del vaso, quanto lo è la sezione sotto l' orizzonte dell' origine del canale; e la ragione di dubitarne è, perchè siccome non è evidentemente dimo[strato], anzi pare contrario alle acennat[e] esperienze, che l' acqua entri nella prim[a] sezione del canale con quella velocità pe[r] l' appunto, con cui uscirebbe se il canale no[n] vi fosse, ma tal velocità può forse rimane[re] alterata dalla necessità di dover l' acqu[a] incamminarsi tra due sponde, e un fondo così non si può prendere per certo, che nelle altre sezioni seguenti (mettendo an[ch]e a parte ogni impedimento) abbia di ma[no] in mano quelle velocità, che avrebbe[ro] uscendo liberamente da un vaso per altre ed altre luci eguali, e simili situate di ma[no] in mano a livello delle medesime sezio[ni]; potendo anche nelle dette sezioni n[a]scere del divario dal caso, in cui vi è il c[a]nale, a quello, in cui l'uscita fosse libera, a[t]tesa massimamente quella resistenza, c[he] dal semplice sostentamento delle sponde e del fondo (ancorchè privi di ogni aspre[z]za) ponno soffrire le parti dell' acqua, c[o]me fu accennato nell' annotazione 7. [di] questo capo, e attesa l' adesione delle d[et]te parti, di cui nella annotazione 6.: c[a]gioni tutte, che ponno per avventura e[s]ser' atte a diminuire la velocità a mo[l]doppj.

Queste due difficultà riguardano prin[ci]palmente la misura assoluta delle veloci[tà] o sia nell' ingresso, o nel progresso del co[r]so per esso canale, dalla qual misura [di]pende quella della quantità dell' acqua, c[he] il canale conduce; onde per queste, e p[er] altre ragioni, che si ponno dedurre da[lle] cose notate nel capo primo, e forse per [al]tre, che altrove si noteranno, stimo, c[he] nella pratica idrometrica troppo non si [sia] da affidarsi, anzi di gran lunga si possa [an]dare errato nel determinare le quantità [as]solute dell' acqua, che porta un canale, [an]corchè si supponga affatto libero da o[gni] impedimento, ma che dobbiamo al p[iù] contentarci di cercarne la quantità rispet[ti]va, cioè la proporzione di quella dell' u[no] con quella dell' altro, e ciò quando ben' [an]che si avessero delle osservazioni fon[da]mentali ben' accertate di una tal misura [di] velocità corrispondente ad una tale alt[ez]za, giacchè tali non sono quelle della [pa]vola data dal nostro Autore nel libro d[ella] misura delle acque correnti, per la rag[io]ne,

ne, che si è addotta nell' annotazione 3. del capo 1.

Oltre le due difficultà finora esposte alcuni anno preteso, che nelle acque correnti per gli alvei siccome le sezioni inferiori, cioè quelle, che vanno avanti, toccano, e sostengono le altre, che immediatamente lor tengon dietro, così tolgano al corso di queste la libertà, ne le lascino movere con quella velocità, che converrebbe alla discesa se si tratta di canali inclinati, o alla pressione se d'orizzontali. Io tuttavolta non so comprendere qual fondamento abbia una tale difficultà. Imperocchè sebbene è vero, che la sezione antecedente sostiene quella, che la seguita, parmi tuttavia, che un tale sostentamento non possa cagionare in questa alcuna diminuzione di quella velocità, che essa può aver concepita per le cagioni atte a produrla, ma altro effetto non faccia, che di un'impedimento, mercè cui quel velo d'acqua, che per un'istante passa per quella sezione non può cangiare la sua figura (che supporremo rettangola) spianandosi colla propria gravità, e stendendosi sul letto del canale, come sarebbe, se non fosse sostenuto, ma necessariamente debba tenersi ritto, e ciascuna parte di esso andare per la sua direzione con quella velocità, di cui è affetta, senza che questa però punto ne resti scemata; e la ragione è, perchè niuno ostacolo può fare un corpo precedente ad un'altro, che gli tien dietro, e gli è contiguo, quando il primo fugga con velocità eguale, o maggiore di quella, con cui si avanza il secondo. Ora egli è certo, che (fingendo tolti tutti gli impedimenti) ciascuna parte di acqua, che è più avanti nel corso, di sua natura è più veloce, o almeno egualmente veloce, che l'altra, la quale la seguita nell' istessa linea orizzontale, o inclinata per cui s'intende moversi ciascun filo d'acqua; dunque è evidente, che questa non riceve alcun ritardo del contatto di quella, niente più di quello, che le parti susseguenti d'un corpo solido, che sdruccioli lungh'esso un piano ne ricevano dalle precedenti del medesimo corpo. E certamente anche nelle cadute d'acqua, che si chiamano libere, le sezioni del getto, che vanno avanti, toccano quelle, che le seguitano, e pure si accorda, che non ne rallentino il moto.

Si è detto *fingendo tolti tutti gl' impedimenti*, imperocchè se supporremo, che alla sezione anteriore si affacci qualche ostacolo, che scemi la velocità a tutte, o ad alcune delle parti di essa, non v'ha dubbio, che la sezione posteriore non venga anch'essa in tutto, o in parte trattenuta, onde allora la discesa (parlando de' fiumi inclinati) non può produrre in questa tutta quella velocità, che vi avrebbe prodotta, ne ciò dall' Autore si niega, anzi si accorda in più luoghi di questo trattato; ma allora un tale effetto si palesa coll' alzarsi, che fa l'acqua, non pure in quella sezione, a cui è immediatamente applicato l'ostacolo, ma eziandio in tutte le altre superiori, che più, o meno ponno risentirne l'effetto; onde la superficie per quel tempo, e in quello stato non è permanente. Ma siccome la resistenza del detto ostacolo non è infinita così necessariamente dee esservi un termine d'alzamento non meno della detta sezione, che di tutte le altre, che risentono l'ostacolo, nel qual termine equilibrandosi la forza della discesa, che accelera l'acqua con quella della resistenza, che la ritarda, ne risulti in ciascuna sezione una velocità sufficiente a smaltire sotto l'altezza acquistata tutta l'acqua del fiume (alla qual velocità può anco per avventura concorrere talvolta lo stesso alzamento seguito) e ridotto il fiume a tale stato, cioè fattasi permanente la superficie, torna ad aver luogo il discorso finora fatto, cioè, che la sezione anteriore non può fare alcuna remora alla posteriore, ma solo può sostenerla in quello stato di velocità, in cui si trova, e che ha potuto imprimerle quella tal forza, che la move modificata dalla resistenza dell' ostacolo; e il volere, che di nuovo la velocità delle parti susseguenti restasse diminuita dal contatto delle antecedenti sarebbe un supporre, che una forza seguitasse a prevalere all' altra anche dopo il loro equilibrio.

ANNOTAZIONE XII.

(Alla detta regola prima)

MA questa ben presto si riduce all' equabilità per le grandi resistenze, che incontra l' acqua al suo moto, come sono la poca declività degli alvei medesimi &c.

Non ostante, che di sopra si sia avvertito non potersi mai l'acqua de' fiumi in virtù delle resistenze uniformi ridurre ad un moto perfettamente equabile, non lascia d'esser vera la dottrina dell' Autore, sì, perchè oltre le dette resistenze (che consistono ne' soffregamenti colle asprezze delle sponde, e del fondo) ve ne anno altre quasi perpetue, come le tortuosità, i gorghi, e i ridossi, le larghezze diverse, e altre simili, che concorrono or l' una, or l' altra non pure ad impedire l' aumento della velocità, ma ad indurre positivo ritardamento (se non quanto questo poi si ripara in parte dall' aumento dell'altezza, come appresso vedremo) sì anche, perchè non si intende quì di parlare di una equabilità rigorosa, e matematica, ma basta una equabilità fisica, cioè, che l'acceleramento nella discesa si renda insensibile, o quasi insensibile.

Ora, che ciò veramente succeda ne' fiumi assai manifesto indizio ne fa l' esperienza, mostrando, che nelle sezioni egualmente larghe, comecchè in siti assai lontani fra loro, trovasi a un dipresso la medesima altezza viva d'acqua, onde ne' tratti più regolari, ancorchè assai lunghi, la superficie si osserva parallela, o quasi parallela al fondo, benchè inclinato all'orizzonte, anzi ancorchè alle sezioni più anguste ne vadano alternatamente succedendo delle altre alquanto più larghe per brevi tratti; pure si mantiene il detto parallelismo dovendosi allora intendere, che le larghezze di queste ultime non siano vive. Quindi è, che a ciascun fiume siamo soliti di assegnare una tale determinata misura d' altezza viva d' acqua, dicendosi, che il tale nelle piene ne porta v. g. 10 piedi, il tal' altro 20 &c. la qual misura è dedotta dall' osservazione de' tratti predetti (lungi tuttavia dagli sbocchi, ove le altezze ponno esser morte) e mostra un' equabilità sensibile di velocità media, che dee andare necessariamente congiunta coll' egualità delle sezioni.

Che poi l' Autore enumeri in questo luogo fra le cagioni di positiva resistenza, che incontrano i fiumi, la poca declività del loro alveo, si dee intendere in questo supposto, che il fiume dopo aver corso per un piano più inclinato si riduca a correre per un' altro meno inclinato; imperocchè se nello scorrer quel piano, ancorchè più ripido anno potuto gl' impedimenti incontrati togliere l' accelerazione, e ridurre il moto all'equabilità, converrà, che nel secondo, in cui pure s' incontrano simili ostacoli al corso dell'acqua, e la declività non dà tanto ajuto per superarli, si scemi anche quella velocità equabile, che è restata nel primo, facendosi di nuovo bensì equabile il moto, ma con grado minore di velocità, onde si può conchiudere, che per ciascuna inclinazione vi ha un grado di velocità terminale, a cui ben tosto riducesi il fiume, purchè si tratti sempre della stessa quantità d' acqua, come pure notò il Mariotte nel fine della parte 3. del trattato del moto delle acque; e però è manifesto, che la tenuità della pendenza serve di positivo impedimento all' accelerazione; e ciò dee esser vero mettendo anco da parte quella diminuzione di velocità, che nell' annotazione 3. abbiamo detto dover seguire nel punto del passaggio da un piano all' altro.

ANNOTAZIONE XIII.

(Alla regola 3.)

LA velocità d' un fiume allora sarà maggiore quando più grande sarà il corpo d' acqua, che porterà.

Quì parla d'un medesimo fiume, che porti ora maggiore, ora minor quantità d' acqua, e dice, che avrà maggior velocità nel primo, che nel secondo stato, adducendone la ragione, perchè nel primo avrà maggior forza di superare gli impedimenti, che nel secondo; la qual ragione, come è manifesto, non è fondata sulla maggiore altezza delle sue sezioni nel primo, che nel secondo caso, ma sulla maggior

copia,

copia, o come egli la chiama sul maggior corpo d'acqua, onde si applica a tutti i fiumi [considerando in ciascuno di essi sempre l'istessa sezione] *senza distinguer fra* quelli, la velocità de' quali dipende unicamente dalla *discesa*, e quelli, ne' quali secondo le sue ipotesi vi ha parte l'altezza corrente. Però malamente ragionerebbe chi trasportando questa dottrina da un fiume ad un'altro, o da una sezione ad un'altra, e argomentando la copia dell'acqua dalla altezza, sotto cui corre [posta un' eguale larghezza] giudicasse universalmente ivi esser maggiore la velocità dove l'altezza è maggiore, mentre al contrario la maggior'altezza può talvolta indicare minor velocità, come egli avverte nel fine di questo §, e come si dedurrà dalle cose, che sieguono.

ANNOTAZIONE XIV.

(Alla regola 4.)

N*E' fiumi ne' quali la maggior' altezza viva dell' acqua ajuta le parti impedite di essa a non ceder tanto alla forza degli ostacoli &c.*

Cioè a dire in que' fiumi, o in que' tratti di fiume, ne' quali l'altezza stessa delle sezioni ripara la velocità della discesa scemata dagli impedimenti, come egli suppone, che succeda, e come si dirà nella annotazione seguente.

ANNOTAZIONE XV.

(Alla detta regola § *Se le acque*)

L*E parti superiori premono le inferiori . . . . e le obbligano a ricevere uno sforzo .... che ridotto all' atto produce .... quel preciso grado di velocità, che loro averebbe dato la discesa dalla superficie dell' acqua fino al luogo, nel quale ciaschedun a di esse si trova.*

Qui stabilisce l' Autore un'altra cagione di velocità nelle acque correnti per gli alvei inclinati, oltre quella della discesa dall' origine del fiume, e vuole, che quando dopo ridotto il moto all'equabilità s'incontrino nuovi impedimenti atti a rallentarne il corso, l'istesso alzarsi, che dee far l' acqua per passar tutta per la sezione, in cui segue tale rallentamento, possa ristorare in parte la velocità, o piuttosto far sì, che questa di tanto non si scemi, e ciò in virtù della pressione, che le parti superiori della *sezione* rialzata comunicano alle inferiori, comecchè egli volontieri si astenga da questo vocabolo di pressione per la ragione addotta nel capo primo § *Per far vedere* [dove vedi l' annotazione] e spieghi anche questo effetto come uno sforzo di caduta, o discesa, il che tuttavia non varia la sostanza della sua dottrina.

Alcuni non si mostrano interamente persuasi di questo aumento, o ristoramento di velocità dipendente dall' altezza, che la sezione acquista per gli ostacoli incontrati, e ciò per la ragione accennata da noi nella nota 8. di questo capo, cioè per lo scrupolo se l'acqua superiore, quando attualmente corre, possa produrre qualche aumento di celerità nell' inferiore. Ma un tal dubbio parmi, che debba cessare per ciò, che avverte il P. Abate Grandi nello scolio della prop. 1. del capo 6. del suo trattato del movimento delle acque, nel qual luogo mostra non doversi aver riguardo alcuno al movimento dell' acqua in ordine al premere, che essa fa il fondo, purchè questo sia piano, ancorchè inclinato all' orizzonte, essendo allora affatto nulla la forza centrifuga, la quale per altro concorrerebbe ad accrescere la pressione, *se* il fondo fosse concavo, o a diminuirla se fosse convesso; onde potendosi gli strati inferiori dell' acqua riguardare come tanti fondi sensibilmente piani rispetto all' acqua superiore, che scorre sopra di essi, ne siegue, che debbano risentire la medesima pressione dall' acqua corrente, che soffrirebbero, se fosse stagnante in altezza eguale. Egli è ben vero, che attesa l' inclinazione dell' alveo la pressione dee scemare nella ragione, in cui il sino della declinazione di esso dal perpendicolo scema dal sino totale, ma tal differenza per lo più non è d' alcun momento, attese le pendenze quasi insensibili, che anno gli alvei de' fiumi naturali.

Comunque sia, parmi, che l' esperienza bastantemente ne faccia sicuri, che l'alzarsi dell' acqua nella sezione d' un fiume con-

correrà il più delle volte ad accrescere la velocità alle parti inferiori; perciocchè se così non fosse dovrebbero spesse volte seguire alzamenti molto maggiori di quelli, che in fatti si osservano. Non è difficile farne prova col ristrignere di vantaggio una sezione di qualche canale, la quale già sia delle più anguste di esso, onde non si possa sospettare, che tutta la larghezza non sia viva, e colla condizione, che il canale abbia fondo, e sponde resistenti, affinchè non si alterino nell' atto dell' esperimento. Se per tal modo si ridurrà la larghezza v. g. alla sua metà, non si vedrà però l' acqua, che dovrà passare per quella metà farsi alta del doppio di quel che era avanti l'apposizione dell' impedimento, ma per lo più si eleverà d'assai poco, e tanto meno quanto più lento sarà il moto del canale, e l' istessa altezza si vedrà continuare nelle sezioni susseguenti dalla parte disotto, se ivi ancora o naturalmente, o artificialmente l' alveo sarà ridotto a simil larghezza; e pure se all' alzarsi dell' acqua non crescesse la velocità dovrebbe l' altezza della sezione ristretta esser doppia della primiera altezza per compensare la larghezza primiera, che era doppia della residua. Qualche cosa di simile si osserva nel ridursi l' acqua d' un fiume fra le angustie de' piloni d' un ponte sotto cui debba passare, ne' quali casi non si troverà, che nelle sezioni ristrette del ponte l' acqua arrivi a tale elevazione, che compensi di gran lunga la diminuzione della larghezza.

Tralascio altri riscontri di tal verità, che potrei dedurre dall'osservazione di più fiumi, che si uniscano insieme, e da altre simili, parendomi, che basti l' esperienza addotta, in cui non so vedere, che per la spiegazione si possa ricorrere ad altro, che alla velocità accresciuta nelle parti inferiori per la pressione delle superiori, nelle quali la velocità dee all' incontro essere scemata piuttosto, che accresciuta per essersi coll' alzamento sminuita la loro discesa. Veggasene ciò non ostante un' altra riprova nell' annotazione 1. del capo 10.

Posta dunque una tal dottrina almeno per ipotesi, ci resta da avvertire, che sebbene le parti superiori di una sezione, ancorchè corrente, anno forza di imprimere nelle inferiori quel grado di velocità, che conviene alla loro altezza, e pressione, nel modo che si è detto, nulladimeno non sempre sono in istato di produrre in tutto, o in parte tal' effetto; mentre ove le parti inferiori già si trovino affette d' una velocità maggiore, o eguale a quella, che potrebbe produrre in esse la detta pressione, questa non opererà di sorta alcuna, come l' Autore ha notato nel § *Nel moto* di questo capo 4. Ove poi la velocità delle inferiori fosse minore, allora si accrescerà bensì la loro velocità, ma non già fino a quel grado, che l' altezza, o pressione suddetta produrrebbe, se non vi fossero gli impedimenti, ciò non permettendo la resistenza di questi; ma solo fino a segno, che tra l' ampiezza delle sezioni accresciute per l' alzamento, tra la velocità delle parti inferiori parimente aumentata, e tra quella delle superiori scemata in parte nell' istesso atto dell' alzarsi, venga a poter passare tutta l' acqua del fiume, e allora non seguirà più ne alzamento, ne cangiamento alcuno nelle velocità. Ciò si è dovuto avvertire, affinchè le parole dell' Autore in questo luogo, cioè, che per l' alzamento dell' acqua si produca nelle parti inferiori di essa *quel preciso grado di velocità*, che può prodursi da quella pressione [o come egli si spiega da quella *discesa* dalla superficie corrente della sezione] non s' interpretino come se egli intendesse, che generalmente in tutte le sezioni eguale altezza producesse, eguale velocità, benchè le sezioni fossero inegualmente impedite, il che è assai lontano dal suo intendimento, come si vedrà nel capo 7., e nell' 8. di questo trattato.

ANNOTAZIONE XVI.

(Alla regola 7.)

E *Perciò i fiumi di poca declività sono più veloci di corso quanto maggiore è l' altezza viva dell' acqua, che portano.*

Per altezza viva d' acqua si dee intendere qui, ed altrove quella parte dell' altezza, che nella data sezione resta superiore al fondo regolare del fiume, ed eziandio superiore al livello del recipiente di

esso per modo, che cessando per avventura il corso del fiume, niente d'acqua rimanga in quella parte della sezione. Ciò posto vuole la presente regola, che ne' fiumi poco declivi quanto maggiore è l'altezza viva dell'acqua, che il fiume porta, tanto egli sia più veloce di corso, il che, se si parla d'un medesimo fiume, e di una medesima sezione di esso, non può avere difficultà alcuna, mentre supponendosi in simili fiumi la velocità dipendere o del tutto, o per la massima parte dall'altezza, e restare solamente raffrenata più, o meno dagli impedimenti, ne siegue, che ove l'altezza è maggiore, e gli impedimenti non sono punto maggiori (come accade in una medesima sezione d'uno stesso fiume) debba eziandio trovarsi velocità maggiore. Ma se si paragonano insieme diversi fiumi, ciascuno de' quali sia di poca declività, avvegnacchè amendue di egual larghezza, tal regola non è rigorosamente vera senza qualche limitazione, cioè per verificarla convien supporre gli impedimenti nell'uno, e nell'altro di egual forza, e particolarmente, che sia eguale quell'impedimento, che nasce dalla tenuità della pendenza, che vuol dire, che le pendenze sieno eguali. E la ragione è, perchè posta in due fiumi di tal natura eguale altezza d'acqua non sarebbe tuttavia rigorosamente eguale la loro velocità se gli impedimenti predetti non fossero eguali, anzi per le cose dette nell'annotazione precedente maggior velocità si produrrebbe dalla medesima altezza d'acqua nel fiume meno impedito, che nell'altro più impedito; onde potrebbe ancora in quest'ultimo crescere alcun poco l'altezza, senza che la velocità oltrepassasse, nè pure uguagliasse la velocità dell'altro. L'istesso discorso si può applicare ad un medesimo fiume considerato in diverse sue sezioni.

ANNOTAZIONE XVII.

(Dopo la regola 7. § *Sia per esempio*)

Si disporrà la superficie di questa in una linea curva ALI (Fig. 14.)

La figura della superficie ALI fu già determinata dall'Autore nella prop. 7. del libro 5. della misura delle acque correnti supposto, che il fondo BK sia piano, e il canale di larghezza uniforme per un'iperbola del quarto grado. Ha poi il P. Abate Grandi nel capitolo 3. del libro 2. del trattato del movimento delle acque dimostrato qual debba essere l'istessa figura della superficie in diverse altre supposizioni della larghezza, e della figura del fondo, anzi nella prop. 20. del medesimo capo ha assegnata una regola generale per ritrovarla qualunque sia la linea del fondo.

ANNOTAZIONE XVIII.

(Dopo la regola 7. al § *Per esempio*)

A Maggior dilucidazione di tutto il sistema dell'Autore intorno alle diverse cagioni, e proporzioni delle velocità ne' diversi tratti del fiume, sia (Fig. 61.) il piano del canale inclinato BK di uniforme larghezza, sopra il quale scorra il fiume con moto, che sensibilmente si vada accelerando per tutto il tratto BG, onde le sezioni di esso AB, GL si vadano di mano in mano rendendo meno alte, e la superficie AL accostando al fondo con disporsi nella linea curva AL, la quale, facendo astrazione dagl' impedimenti, dovrebbe essere, come poc'anzi si è detto, del genere delle iperbole, ma a cagione di questi potrà secondo la loro diversa situazione, e attività essere d'altra natura. Giunto poscia il fiume alla sezione GL poniamo, che la velocità di ciascuna parte dell'acqua tanto nella superficie, quanto nel fondo, e nel mezzo sia ridotta ad una equabilità sensibile [comecchè con diversi gradi di velocità nelle diverse parti] e che per lo tratto susseguente GK tale si mantenga continuando fino in K gli impedimenti sempre uniformi. Dovrà dunque nel detto tratto GK mantenersi eziandio l'altezza GL, KM sempre d'una costante misura, e però la superficie LM si stenderà in una linea retta parallela al fondo GK. Ma posto, che nella sezione KM si incontri un'ostacolo atto a scemare, o in ciascuna parte dell'acqua, o in alcuna di esse il detto grado di velocità equabile, certo è, che non potendo sotto la primiera altezza MK passare

Pagina: 102

fare tutta la quantità dell' acqua, che porta il fiume, dovrà questa accumularsi, e sollevarsi ad altezza maggiore. Facendo dunque come la velocità media risultante da tutte le velocità residue delle parti dell' acqua dopo incontrato l' impedimento, alla velocità media primiera risultante dalle diverse velocità, che esse avevano prima d'incontrarlo, così la primiera altezza KM alla KC, sarebbe KC quell' altezza, fino a cui si dovrebbe alzar la sezione impedita, se nello stesso atto d' alzarsi le parti inferiori non potessero riacquistare dalla pressione delle superiori alcuna parte della perduta velocità, il qual caso seguirebbe, quando la velocità loro, benchè scemata dall' impedimento, fosse ancor maggiore di quella, che potrebbe produrre la pressione KC. Ma se al contrario la detta velocità residua fosse minore di tal misura, egli è manifesto, che per dar passaggio a tutta l' acqua del fiume non vi sarebbe bisogno di tutta l' altezza KC, ma si dovrebbe dare un termine di alzamento D inferiore al punto C, in cui l' altezza della sezione bastasse per l' appunto a smaltire colla velocità così aumentata tutta quell' acqua, che senza il detto aumento avrebbe richiesta l' altezza KC, e però alzatasi la sezione fino in MD cesserebbe l' alzamento, e la superficie si stabilirebbe in D.

Dove è da notare, che sebbene le parti inferiori dell' acqua verso il fondo K per l' alzamento seguito fino in D si suppongono rendute dalla pressione DK più veloci di quel, che sarebbero state dopo la diminuzione fatta alla velocità loro dall' impedimento incontrato, al contrario le parti verso la superficie D debbono essersi rendute meno veloci, come quelle, che non pure non ponno rinfrancarsi di tal perdita in virtù della pressione [la quale presso D è piccolissima, e nello stesso punto D affatto nulla] ma anno di nuovo perduto nell'alzarsi fino in D qualche parte di quella velocità, che avevano acquistata per la discesa antecedente fino a quella sezione. Si dispensano dunque talmente le velocità nelle diverse parti dell' acqua, che la velocità media della sezione stabilita DK riesca bensì maggiore della velocità media della sezione KC, che competerebbe alle velocità residue dopo l' impedimento; ma riesca all' incontro minore della velocità media della sezione KM, per cui la medesima quantità d' acqua sarebbe passata se non avesse incontrato l' impedimento, che l' obbligò ad alzarsi; onde in simili casi vi è sempre perdita di velocità non ostante il ristoro, che ne fa la pressione.

Non si può figurare, che l' impedimento predetto rallenti solamente la velocità della sezione KM, senza che faccia eziandio qualche remora alle altre sezioni superiori presso KM, ne che il pelo del fiume sollevato fino in D si sostenga senza spandersi al di sopra sulla superficie ML, onde è manifesto, che in essa ancora dovrà seguire qualche alzamento, e che tal' effetto dovrà estendersi fino a un certo termine come NO, più, o meno lontano dalla sezione KM secondo la situazione, e la resistenza diversa dell' impedimento, con questo tuttavia, che le sezioni predette siano di mano in mano meno impedite a misura, che sono più lontane dal sito KM, disponendosi il pelo rialzato come in DN in positura meno inclinata di LM fino a quella sezione NO, che è la più alta di tutte quelle alle quali può propagarsi la resistenza cagionata dal detto impedimento.

Tutto ciò dee esser vero di qualunque natura sia, e in qualunque modo operi l' ostacolo, che abbiamo figurato apposto alla sezione KM; che se in alcune delle sezioni susseguenti, e inferiori a KD cessasse il detto ostacolo, è manifesto, che l' acqua del canale potrebbe di nuovo abbassarsi, e ripigliare con nuova discesa tutta, o parte della perduta velocità; ma se l' ostacolo, o impedimento predetto da KD in giù fosse uniformemente continuato dovrebbe continuare il fiume a correre sotto altezza eguale a KD.

Questo caso non meglio si può figurare in pratica, che supponendo consistere l' impedimento in una diminuzione di pendenza dell' alveo, che segua nel punto K, riducendosi questo dalla positura KI all' altra meno declive KF, nel qual supposto scemandosi [per le cose dette all' annotazione 12.] la primiera velocità nel passaggio K da un piano all' altro si riduce il canale ad un nuovo grado di celerità termi-

nale,

male, anch' essa equabile, ma minore di prima, quando da K in giù gli impedimenti sieno uniformi, onde le altezze delle sezioni KO, FQ si rendono di nuovo eguali, e la superficie DQ si stende in una retta parallela al fondo.

Per l'istessa ragione se in un'altro punto inferiore F succederà nuova diminuzione di pendenza, passando l'alveo dalla direzione KFR alla meno inclinata FS, dovrà la sezione FQ alzarsi come in FT, alla quale saranno eguali tutte le altre susseguenti, come SV; e così in ogni altro cangiamento, che seguisse di sotto al punto F; e molto più se l'alveo si riducesse ad essere affatto orizzontale, e con tali diminuzioni di velocità può darsi, che si spenga affatto la velocità della discesa, e che tutta quella, che ha il fiume si debba riconoscere dall'altezza, come l'Autore ha detto nella spiegazione di questa regola 7., onde il moto della superficie dell'acqua si debba unicamente attribuire all'adesione delle parti superiori alle inferiori, che seco le strascinano, come egli spiega poco dopo nella regola 8. al §. *Non è da tacere*, e di nuovo nel capo 7. §. *Di nuovo*. Questo caso di spegnersi affatto, o quasi affatto la velocità della discesa suppone egli essere il più ordinario ne' fiumi, quando sono ridotti a pendenze piccolissime, e quasi insensibili come vedrassi nel capo 7.

Si è figurato, che i cangiamenti di pendenza del fiume si facciano per mezzo d'angoli sensibili ne' punti K, F, ed altri simili, ma l'istesso effetto in ordine all'alzamento delle sezioni succederebbe se tali mutazioni seguissero a poco a poco, onde il fondo del canale formasse una curva seguita KFS; perocchè sebbene non si darebbe allora quell' improvvisa diminuzione di velocità, che dee seguire passando da un piano all' altro, tuttavia sempre sarebbe vero, che l'acqua, supposti gli impedimenti uniformi minor resistenza troverebbe a scorrere per le parti superiori, e più declivi, che per le inferiori, e meno declivi, onde sempre dovrebbe scemare la velocità della discesa, e coll'alzamento dell'acqua farsi luogo a quella della della pressione.

Si è anche supposto, per seguire la dottrina dell' Autore, che la velocità prima di restare positivamente diminuita dagli impedimenti nella sezione KM fosse stata fisicamente equabile per lo tratto del canale GK, ma ciò non è assolutamente necessario, potendo darsi, che tale sia l'impedimento incontrato in K, che basti non pure ad impedire ulteriore accelerazione, ma a distrugger parte della velocità acquistata, ancorchè questa non fosse per anco renduta equabile, come se il fiume da A in M si fosse perpetuamente accelerato, e poi si rallentasse in K senza passare per l'equabilità in alcun tratto intermedio.

ANNOTAZIONE XIX.

(Alla regola 8.)

SE *il metodo assegnato da noi nel libro 4. della misura delle acque correnti si applicherà a' luoghi proporzionati ne' quali l' altezza viva dell' acqua sia la più grande, che aver si possa.... non sarà affatto impossibile di misurare qualunque acqua corrente.*

L'ingegnoso metodo, di cui fa quì menzione l'Autore, consiste nell' addattare ad una sezione naturale del fiume una sezione artificiale, o regolatore in figura di rettangolo, per cui si faccia passare tutta l'acqua del fiume, e che sia fornito di una cateratta, che si possa calare da alto fino al fior d'acqua, o alquanto più sotto, e con tal mezzo obbligar l'acqua, che viene dalla parte di sopra ad alzarsi, appoggiandosi alla cateratta, finchè la superficie di essa divenga permanente, il che fatto si renderà la detta superficie per qualche tratto all' insù equilibrata, e stagnante; onde il fiume si potrà in quel sito riputare come un vaso, in cui entri tant' acqua, quanta ne esce per la detta sezione artificiale di sotto alla cateratta (che è la medesima quantità, che passava per tutta la sezione naturale del fiume), la quale farà le veci d' una luce rettangola aperta nella sponda di quel vaso. Misurando dunque dalla superficie dell' acqua ristagnata fino al di sotto della cateratta immersa nell'acqua, si avrà l'altezza dell' acqua del vaso sopra la sommità della detta luce, dalla

quale

quale altezza unicamente dipenderà in tal caso la velocità di ciascuna parte dell' acqua, che passerà per quella sezione, onde avendosi la misura, e della larghezza della detta luce, e della sua altezza corrente dal fondo della cateratta a quello del regolatore non è difficile fare il calcolo della quantità dell' acqua, purchè da altre sperienze si sappia quanta ne esca in un dato tempo da un vaso per un dato foro sotto una data altezza, e purchè si abbia riguardo all' inclinazione del fiume, ove questa fosse assai *sensibile* per determinare rigorosamente l'altezza dell'acqua sopra il centro di velocità della luce. Veggasi il detto libro 4. della misura delle acque correnti nel luogo citato.

Un tal metodo è certamente il più reale, che sia stato suggerito a quest' uso, e si potrebbe mettere in pratica almeno in qualche canale di mediocre portata, raccogliendone poscia attualmente tutta l' acqua per un dato tempo, e misurandola, per riprova di quello, che si fosse conchiuso da tale sperienza; intorno alla quale il principal dubbio, che si possa movere, consiste in ciò, che già si è accennato nell' annotazione XI. di questo capo, cioè nel paragone della quantità assoluta dell' acqua, che porta il fiume con quella, che esce dal foro d' un vaso, potendosi dubitare se quando al vaso fosse applicato un canale (come lo è in tale sperienza alla luce del regolatore) ne uscisse sotto eguale altezza quella stessa quantità assoluta, che uscirebbe dalla medesima luce, ove sboccasse liberamente nell' aria, potendone far diffidare il sostentamento dell' acqua, che fanno il fondo, e le sponde del canale, e la modificazione delle velocità, che indi potrebbe nascere. Ben pare verisimile, che facendo tale sperienza in due canali diversi la proporzione, che si dedurrebbe delle loro portate non dovesse andar troppo lontana dal giusto, attesa la costante regola, che si vede serbar la natura nelle velocità sempre in ragione dimidiata delle altezze, quando nelle prove si adoperano sempre, o semplici fori, o tubi cilindrici, o conici &c., ma il supporre la quantità assoluta dell' acqua la medesima quando alla sezione non è applicato alcun canale, che quando vi è applicato non può passare senza qualche ragionevol sospetto. Veggasi quello, che si è avvertito nell' annotazione XI. del presente capo.

ANNOTAZIONE XX.

(Dopo la regola 8. al § ultimo)

I Fiumi i quali non anno sensibile declività tanto saranno più veloci quanto maggiore sarà il corpo d' acqua, che porteranno, supposta in essi egual larghezza d' alveo, o pure quanto maggiore sarà la loro altezza viva.

Vedi la limitazione a questa regola da noi accennata nella nota 16., e quel di più, che diremo nel capo 7.

CAPITOLO QUINTO.

Della situazione del fondo de' Fiumi, cioè delle profondità, larghezze, e declività de' medesimi.

AMmettendo per certo ciò, che diffusamente abbiamo spiegato nel Capitolo antecedente, passeremo ora per così dire, ad anatomizare gli alvei de' fiumi, in ordine alle loro profondità, larghezze, e declività; e perchè queste meritano maggior riflessione, s' incomincierà a discorrere di esse.

* E' concetto, quasi universale, degli uomini, che i fiumi richiedano della caduta, acciò l'acque possano correre; cioè, che sia necessario, che il fondo del fiume sia inclinato all' orizzonte, acciò le acque possano portarsi al loro termine. Non s' accordano però tutti gli Autori in assegnare la quantità necessaria di questo declivio; poichè Vitruvio *lib. 7. cap. 8.* per gli acquidotti ricerca un mezzo piede di caduta, per ogni cento piedi di lunghezza, *ne minus in centenos pedes semipede*, cioè a dire, 25 piedi per miglio. Il Cardano *de variet. lib. 1. cap. 6.* per condurre canali d' irrigazioni, si contenta d' un' oncia ogni 600 piedi di lunghezza, che sono oncie otto, e un terzo per miglio; ma per gli acquidotti chiusi, come per gli sifoni, e per li tubi, *omnis*, dice egli, *differentia satisfacit -- in canalibus, & rivis non ita*. Leon Battista Alberti, e lo Scamozzi, ne vogliono un piede per miglio; ed il Barattieri *Archit. de Acq. par. 1. lib. 6. cap. 5.* determina, col consenso de' migliori Architetti, che la caduta necessaria ad un fiume debba essere la mille ottocentesima parte della lunghezza; cioè a dire, piedi due, e tre quarti per miglio.

* Annotaz. I.

Io non posso darmi a credere, che alcuno degli autori predetti voglia intendersi, che se un fiume, o acquidotto non abbia un piede, o due, o tre &c. di caduta, non possa per esso avervi corso l' acqua; Ed in fatti il Barattieri, sapendo bene, che molti fiumi scorrono al mare, senza che i loro alvei abbiano la caduta da esso ricercata, asserisce essere ella solo necessaria, acciò le acque possano correre *comodamente bene:* forma di parlare assai equivoca, come esprimente un grado di velocità estimativo, il quale, secondo le circostanze, può essere diverso; e necessaria perciò diversa declività per ottenerlo; anzi, *nel cap. 6.* cerca egli il modo, con che le

acque *possano farsi l' impulso necessario da fare il moto, per correre sopra piani orizzontali, ovvero poco pendenti.*

Basta riflettere al principio d' Archimede, addotto da esso nel libro *de insidentibus aqua*, ed a ciò, che da noi è stato dimostrato *nel primo capitolo alla prop. 4.* per mettere in chiaro, che le acque, per portarsi da un luogo all'altro, non hanno bisogno d'alcuna inclinazione di alveo; e se non altro, basta consultare l' esperienza, la quale giornalmente mostra, che le acque stagnanti dispongono la propria superficie in un piano orizzontale, e che, aggiugnendosi da una parte acqua nuova, non resta essa sollevata sopra la primiera; ma abbassando se medesima, o spinge l' altra fuori del vaso, o fa alzarla di superficie, fin che di nuovo si faccia l' equilibrio: e ciò, qualunque sia la disposizione del fondo. Noi dimostreremo dunque questa proposizione.

Proposizione Prima.

Acciò un fiume corra al suo termine, non è necessario, che il di lui fondo abbia alcuna declività.

Sia AB il fondo d' un canale, sopra cui sia l' acqua equilibrata all' orizzontale FG, e comunicante con CD, che s' intenda essere la superficie del mare; e suppongasi, che dalla parte AF sia aggiunta l' acqua FG: certa cosa è, ch' ella non potrà restare in FG; ma premendo la sottoposta AH, l' obbligherà a scorrere verso B, qual volta le sia impedito il flusso dalla parte di AF; e perciò l'acqua del canale AB, scorrerà sopra il fondo AB orizzontale, verso il mare CBED. Che se s' intenderà, che successivamente, dalla parte di AF, venga somministrata nuov' acqua, dovrà conseguentemente continuarsi il corso da A in B, che sarà sempre uniforme, se uniforme sarà l'ingresso dell' acqua nel canale, e resti nello stato medesimo la superficie del mare CD. Non è dunque necessaria alcuna declività nel fondo d'un fiume, o canale, acciò l'acqua vi scorra; ma * basta, che la superficie della posteriore sia più alta di quella dell'anteriore, abbenchè la differenza sia insensibile. Il che &c.

Fig. 15.

* Annot. II.

Corollario Primo.

Di qui è manifesto, che potendo l' acqua FG aggiunta, essere così poca, che non abbia sensibile proporzione a quella del canale AB, *può darsi il caso, che il corso dell' acqua del detto canale AB,*

ren-

rendasi impercettibile, e che la superficie dell' acqua corrente FC, resti come orizzontale, e stagnante: ma, *se l'acqua FG sarà in maggior copia, sarà anche più sensibile il corso, e più manifesta l'inclinazione della superficie.*

Corollario II.

QUindi è evidente, *non potersi determinare veruna declività, necessaria alla superficie dell' acqua, acciò essa possa correre*, come pretende il Barattieri *nell'allegato cap. 6.* ma solo in genere può dirsi, che *quanto maggiore è il corpo d' acqua, che dee passare, per l' istesso canale orizzontale, tanto maggiore, necessariamente, sarà la declività della superficie*; prescindendo però sempre dall' impeto impresso, in vigore del quale può l' acqua scorrere colla sua superficie non solo orizzontale, ma ancora acclive, come s'osserva in molti casi.

Ciò è vero ogni volta, che il fondo AB s' intenda più basso del livello dell' acqua CD, ed in maniera, che l'altezza di essa CB, sia d'impedimento al corso del canale orizzontale AB: * ma se il fondo AB fosse nella stessa linea orizzontale con BD, o più alto; allora avrebbe luogo ciò, che da noi è stato dimostrato *al Corollario primo della prop. prima del 3. libro della misura delle acque correnti*; cioè, che la superficie dell'acqua, la quale scorre per li canali orizzontali, dee essere sempre parallela al fondo di essi; e ciò pure si dee intendere, o prescindendo dalle resistenze del fondo, e delle sponde; o pure supponendole, da per tutto, eguali; altrimenti, perchè vicino all' uscita si sminuiscono le predette resistenze, ivi l'acqua si renderà più veloce; e conseguentemente s'abbasserà di corpo, descrivendo, colla sua superficie, la linea curva FGH. Ma se il canale AB s' intenderà prolongato indefinitamente dalla parte di A, dimodochè il corso dell' acqua non risenta il difetto delle resistenze, vicino all' uscita; allora si verificherà esattamente la proposizione predetta.

*Annot. III.

Fig. 16.

Essendosi adunque dimostrato, che l' acqua per condursi da un luogo all' altro, non ha bisogno di declivio nel fondo dell'alveo; ma solo, che la di lei superficie sia, regolarmente, qualche poco più alta di quella del luogo, al quale essa ha da terminare il suo corso; e che, quanto maggiore è il corpo d' acqua, che dee correre per lo stesso canale orizzontale, tanto maggiore nell' uno, e nell' altro de' due casi proposti, dee essere la predetta differenza

di altezza. Io non so abbastanza maravigliarmi, perchè mai siano state così concordi le opinioni degli autori in volere, che sia necessaria la declività del fondo de' canali alle acque correnti; e nello stesso tempo, così discordi in determinarne la quantità. Se forsi non egli è stato dal credere, che l'unica causa della discesa delle acque per gli alvei de' fiumi, sia l'inclinazione del fondo; e che questa, misurata da essi, sia poi stata trovata differente, secondo la diversità de' fiumi medesimi. Può essere adunque, che Vitruvio trovasse negli acquidotti di Roma un mezzo piede di caduta, ogni cento piedi di longhezza; e che gli altri misurassero ne' fiumi de' loro paesi le declività assegnate; e finalmente, che ognuno dalle proprie osservazioni, deducesse una regola generale per tutti gli altri fiumi.

Quanto sia erroneo questo metodo, non occorre dimostrarlo per altra strada, che per quella dell'esperienza; poichè, se si livellerà la caduta di diversi fiumi, i quali in siti omologi portino diversa quantità di acqua, non si troverà ella la medesima in tutti; ma sempre minore in quelli, che nelle loro escrescenze camminano più gonfi; anzi, misurando la caduta dello stesso fiume in luoghi diversi, si troverà, che tra le montagne avrà esso inclinazioni d'alveo precipitose, e nelle pianure molto minori; e che alcuni fiumi sono veramente declivi di fondo, ed altri affatto orizzontali; * Dal che evidentemente apparisce, che *la caduta non tanto è cagione della velocità de' fiumi, quanto effetto della medesima*, essendo comune osservazione, che i fiumi assai veloci si profondano l'alveo, e con ciò si scemano le cadute; e che i tardi di moto, se corrono torbidi, s' interriscono i letti, e con ciò accrescono le declività a' loro fondi; ond' è, che da alcuni sono chiamati i fiumi divoratori delle campagne; e da altri, bonificatori delle medesime, verificandosi d'essi l'uno, e l'altro epiteto, in diversità però di circostanze. Quindi è, ch'io non ho mai saputo immaginarmi di dover cercare, qual caduta sia necessaria ad un fiume, per altro fine, che per accertarmi, che il medesimo non interrisca il proprio alveo colle deposizioni, non avendone quanto basta; o, avendone la maggiore del bisogno, non l'escavi di soverchio, con danno notabile delle proprie ripe.

*Annot. IV.

è una causa che si cambia in effetto

Perchè ciò resti fuori d'ogni dubbio, io prendo a discorrerla in questa maniera. Egli è certo, che i fiumi intanto si profondano, ed

ed allargano l'alveo, in quanto per la violenza del proprio moto corrodono, e portano via la terra, che forma le ſponde, ed il fondo; egli è dunque neceſſario, che la forza ſcavante ſuperi la reſiſtenza della terra, o d'altra materia, che forma l'alveo al fiume; altrimenti eſſendo l'una eguale all'altra, non ſuccederà effetto veruno d'eſcavazione; e molto meno, ſe la reſiſtenza ſarà maggiore della forza. Egli è altresì evidente, che un fiume non va ſempre profondando il proprio alveo in infinito;altrimenti quelli, che nel principio del mondo, corrodendo il terreno, ſi formarono il letto, colla diuturnità del corſo ſi ſarebbero a queſt'ora profondati nelle più alte viſcere della terra; biſogna dunque dire, che,nell'eſcavarſi, che fa un fiume,o la forza dell'acqua vada a poco a poco mancando;o la reſiſtenza del terreno egualmente accreſcendoſi; o pure, che nello ſteſſo tempo, e quella ſi diminuiſca, e queſta ſi accreſca, ſin che ſi giunga ad una ſpecie di equilibrio, nel qual tanto operi la violenza dell'acqua per eſcavare, quanto reſiſte il fondo per non eſſere alterato dal proprio eſſere. Nell'iſteſſa maniera ſi dee diſcorrere delle larghezze de' fiumi, che ſono effetti, parte dell'abbondanza, e velocità delle acque, e parte del contraſto, o reſiſtenza, che fanno le ſponde ad eſſere ulteriormente corroſe. Quindi * *tanto i fondi, quanto le larghezze degli alvei, vengono ad eſſere determinate dalla natura*; cioè a dire dalla combinazione delle cauſe operanti, e delle reſiſtenti, in un certo grado di attività; e però alterandoſi tanto quelli, che queſte, con l'arte non ceſſano mai le cauſe operanti di ridurli al loro ſtato primiero: Ed in fatti, * l'eſperienza dimoſtra, che in un fiume ſtabilito di fondo, (cioè a dire poſto in tali circoſtanze, che non ſi alzi colle depoſizioni, ne ſi abbaſſi colle eſcavazioni,) e parimente ſtabilito di larghezza (cioè, che per propria attività, più non ſi allarghi, ne più ſi riſtringa) ſe nel di lui alveo ſi faranno coll'arte, nuove eſcavazioni ben preſto, eſſendo l'acqua torbida, le riempirà; formandoſi nuovi doſſi, ben preſto gli eſcaverà; allargandoſi l'alveo da una parte più del biſogno, ben preſto, colle alluvioni, ſi riſtringerà; e finalmente, riſtrignendoſi oltre il dovere ſempre farà forza per ſuperare le cauſe riſtrignenti.

* Annot. V.

* Annot. VI.

Per maggiore ſpiegazione di tuttociò, ſupponiamo, che un fiume cammini con una determinata velocità, cagionata, o dal declivio, o dall'altezza; e che l'acqua affetta di detta velocità, poſ-

ſa.

ſa, come farebbe una lima, ſtaccare l'una dall'altra, le parti della terra, che ſono contigue al di lei corſo. Niuna ragione adunque, in tal caſo, vi può eſſere, per la quale l'acqua non diſuniſca le parti della terra vicina; e ſtaccandole dal fondo, ecco il profondamento; ſiccome l'allargamento, ſe ciò ſuccede alle ſponde. Egli è anche facile da concepire, che eſercitandoſi, verſo il fondo, maggiore la forza, quivi anche più agevolmente, ſi corroda il terreno in qualche larghezza; e che, per l'ordinario, non potendoſi lungamente ſoſtenere la terra ſopra d'un taglio fatto a perpendicolo, dirupino le parti ſuperiori delle ripe, formandoſi una ſcarpa conveniente, ed atta a ſoſtenere la mole della terra ſuperiore. *Sin tanto* dunque, *che la velocità dell'acqua non trova un reſiſtente, che pareggi la di lei forza, ſempre continuerà ad allargare, e profondare*. Ma perchè, ſcavandoſi giornalmente il fiume, viene eſſo a perdere, a poco a poco, la propria declività; e per conſeguenza anche qualche volta, la velocità derivata da eſſa; e per lo contrario, rendendoſi ſempre più reſiſtente la terra alla diſunione delle proprie parti, quanto più la di lei ſuperficie s'accomoda al piano orizzontale; ne ſiegue, che profondandoſi il fiume, creſca la forza nel reſiſtente, e calli nella potenza operante; e perciò ſia neceſſario, che finalmente l'una, e l'altra ſi riducano all'egualità; il che accadendo, viene ad averſi poſto il termine al profondamento. Diſſi, eſſere neceſſario, che la forza operante finalmente ſi pareggi colla reſiſtente; ma ciò non ſuccederà ſempre a cagione dello ſcemarſi del pendio; poichè, ſebbene ciò per lo più avviene; può nulladimeno darſi il caſo, che la forza dell'acqua ſia tanto grande, che (non oſtante tutto il deterioramento, che riceve dal diminuirſi della declività, e tutto l'aumento, che ſi fa, per la ſteſſa ragione, nella reſiſtenza della terra) nulladimeno reſti tanto vigoroſa, da ſcompigliare le parti dell'alveo, anche diſpoſte in un piano orizzontale; Ma allora ſuccederà un'altra ſorte di reſiſtenza alla forza dell'acqua; e quella ſarà, ſe non altro, l'acqua del mare, o d'un lago, dentro cui entri colle proprie acque il fiume; per virtù della quale, ſminuita la forza dell'acqua, s'uguagli ella colla reſiſtenza del fondo.

Similmente, perchè nell'allargarſi l'alveo del fiume l'acqua calla di altezza, e molte volte di velocità; e generalmente ſcoſtandoſi dal filone ſi rende meno veloce; ne ſiegue, che rallentandoſi il

il moto, ne perciò callando la resistenza della ripa; anche in questa parte debba succedere il sopraccennato equilibrio. E qui è da considerare, che *la resistenza del fondo più presto agueglia la sua potenza contraria*, per essere due le cause dell'uguagliamento; la prima, cioè, la minore inclinazione dell'alveo; e la seconda la diminuzione della velocità: laddove la resistenza delle ripe, arriva molto più tardi all'equilibrio, con la sua potenza contranitente; perchè la sola forza dell'acqua è quella, che si sminuisce, ed anco assai lentamente: come che ciò, quasi solamente deriva dallo scostamento del filone, e la resistenza delle ripe resta sempre tale, quale era prima; supposto, che il terreno corroso, e da corrodere sia in tutti i luoghi della stessa natura. Questa è la ragione, per la quale *i fiumi, che corrono dentro alvei formati di materia omogenea, e facile da essere corrosa dall' acqua, hanno la larghezza maggiore della profondità*; come s'osserva per esempio *nel Pò di Lombardia*, che al Lago scuro ha settecento piedi di larghezza, e trentacinque di altezza; *e nel Reno nostro*, il quale s'allarga, alla Botta degl'Annegati, piedi cento ottanta, e nelle sue maggiori piene s'eleva piedi nove; dimodochè nell'uno, e nell'altro, *la proporzione dell' altezza alla larghezza sta, come uno a venti*. Non è però da credere, che questa proporzione s'osservi sempre negli altri fiumi, ne meno in diverse sezioni del fiume medesimo, concorrendovi molte cause accidentali, a variarla: Egli è ben certo, e confermato, sì dalla ragione, che dall'esperienza, che *i fiumi, quanto maggior copia d'acqua portano nelle loro escrescenze, altrettanto sono più profondi, e più larghi; e perciò essendo mantenuti ristretti dall' arte, maggiormente s'escavano; e lasciandoli allargar di soverchio, o dividendosi in più rami, maggiormente si alzano di fondo*.

Concorrono adunque tre cause, o circostanze, a stabilire l'alveo de' fiumi. La prima si è *la condizione della materia*, della quale sono composte le ripe, ed il fondo; poichè *le terre arenose cedono più facilmente alla forza dell' acqua corrodente, che le cretose*; e queste più facilmente, che il sasso. La seconda è *la situazione del fondo, e delle ripe del fiume*, essendochè, *quanto più sarà declive un fondo arenoso, o ghiaroso, tanto più la medesima forza dell' acqua sarà potente ad escavarlo*; E la terza, che, più d'ogn'altra, merita nome di causa, si è *la forza dell'acqua*; poichè, dove questa è maggiore, ivi più presto, e più facilmente cede la tenacità, o peso della materia,

della

Pagina: 112

della quale è composto l'alveo; e meno resiste la poca inclinazione delle ripe, e del fondo. Ma perchè la forza escavante non è altro, che la velocità dell'acqua applicata al terreno, e questa riceve il suo essere, o dall'altezza dell'acqua, o dalla discesa; bisogna considerare le forze escavanti, secondo la proporzione, che portano le cause produttrici della velocità. Nell' istessa maniera, diversificandosi la condizione del terreno, sì dalla glutinosità, tessitura, o aderenza delle parti di esso; sì anche dal peso, grossezza, e figura delle medesime; egli è d'uopo di mettere a conto l'una, e l'altra di queste circostanze; acciò possa dedursi, quanto esse vagliano, per resistere alla forza dell'acqua; e per conseguenza, qual pendio si richieda per pareggiarla.

Per ben' intendere, come operi la resistenza del fondo, dipendente dalla di lui obbliquità; siano circa il centro B descritti diversi piani, variamente inclinati all' orizzontale AB, e questi s'intendano formati di terreno, che abbia una determinata collegazione di parti. Non si può dubitare, che siccome più facilmente si muove un grave, discendendo per la verticale EB, che per l'inclinata DB, e più facilmente per DB, che per CB, dimaniera, che su l' AB orizzontale non ha forza alcuna per muoversi; così se a cagione delle resistenze, o inegualità de' piani CB, FB &c. non potesse muoversi per essi un grave senza l'ajuto d' una forza esterna; questa vorrebbe essere maggiore in AB, minore in FB, e così successivamente, secondo, che andassero crescendo, gli angoli ABF, ABC &c. E la ragione si è; perchè, sebbene i gravi predetti non possano muoversi per li piani AB, FB, CB; non lasciano però di esercitare tutta la loro energia, per superare le resistenze; che, per essere maggiori, loro impediscono il moto; e di fare sforzo maggiore, quanto maggiori sono gli angoli colla linea orizzontale. Quindi è, che, accresciuta l' inclinazione, v. g. sino al sito DB, e mantenendosi le medesime resistenze; potrà il grave avere acquistato tanto di momento, che basti a superare gl' impedimenti, e comincierà a muoversi per lo proprio peso; E perchè le forze accresciute intrinsecamente (siasi, o per aggiunta di nuova potenza, o per diminuzione di resistenze) non hanno bisogno di tanto ajuto estrinseco, per arrivare ad un certo grado; ne segue, che minor forza estrinseca richiederassi, per fare, che il grave si muova per lo piano CB; maggiore per ispinger-

Fig. 17.

gerlo per FB; e molto maggiore, per farlo muovere per AB.

Ciò premesso, osservisi, che le parti del terreno, massimamente bagnato che sia dall'acqua, non hanno, che rade volte, tanta aderenza di parti, che basti per sostenerle a perpendicolo, come succede ne' marmi, e nelle materie più consistenti; Onde, poste in situazione verticale, come in EB, dirupano, formandosi un pendio, v. g. DB, che supponiamo sia la massima inclinazione tra tutte le possibili, colle quali il terreno si sostenti senza dirupare: e questa nelle terre più tenaci, regolarmente non eccede gradi sessanta; ma ordinariamente oltrepassa di poco, i gradi quarantacinque; Posto adunque, che DB sia quella pendenza, la quale, accresciuta che fosse, non potrebbe trattenere il terreno, che non si staccasse dal suo vicino, cadendo, o scorrendo al basso, è chiaro, che aggiuntavi qualsisia, benchè minima forza, che lo spinga da D in B, non potrà sostenersi, e converrà, che si disgiunga dal rimanente: Intendiamo, che, per tal cagione, ne sia stata staccata la parte DBC, e che perciò il piano si sia abbassato in CB; questa inclinazione dunque non sarà più quella, che precisamente basta, per impedire la disunione delle parti della terra; ma bensì tale, che potrà resistere a qualche grado di forza; ma non ad un maggiore, il quale solo potrà essere impedito dal piano, v. g. FB meno declive. Unite dunque le forze estrinseche al conato, che fanno le parti della terra per disunirsi; quelle si richiederanno sempre maggiori, quanto le inclinazioni coll' orizzonte, saranno minori; e perciò nell'orizzontale AB, non avendo la forza estrinseca alcun vantaggio dall' inclinazione del piano; converrà, che sia tanto vigorosa, che basti, colla sola sua virtù, a superare l' aderenza delle parti della terra, ed a muoverle da luogo a luogo, altrimenti non succederà alcuna corrosione del piano AB. Egli è perciò evidente, che non essendo la forza estrinseca (cioè nel nostro caso, la velocità dell' acqua) bastante a ridurre il piano al sito orizzontale; necessariamente bisognerà, che lo lasci declive, ed in tale declività, che sia la prima, che basti a pareggiare la forza di essa; e da ciò chiaramente apparisce, che * *la violenza del corso dell' acqua non è sempre effetto della declività dell' alveo*, come fin' ora è stato creduto; ma *la declività dell' alveo, è bensì sempre effetto della violenza del corso dell' acqua*, fuorchè in alcuni casi particolari, de' quali discorreremo più abbasso.

* Annot. VII.

Stabilita la verità del detto di sopra, non è difficile il dedurre le seguenti proposizioni, le quali si devono intendere, in parità di tutte le circostanze non espresse; e nel caso di fondi stabiliti per mezzo dell'escavazione fatta antecedentemente dall'acqua.

Proposizione Seconda.

NE' *fiumi, quanto maggiore sarà la forza dell'acqua, tanto le declività degli alvei saranno minori.*

Posciachè, supponendosi eguale la resistenza della materia, che compone l'alveo, e maggiore la forza dell'acqua; è necessario, che questa, applicata a quella, produca effetto maggiore; ma quest'effetto non è altro, che l'escavazione, e l'allargamento dell'alveo; e l'escavazione dell'alveo, quanto è maggiore, tanto minore rende la declività dell'alveo; dunque, quanto maggiore sarà la forza dell'acqua, tanto minore sarà la declività dell'alveo del fiume. Il che &c.

Corollario I.

E Perchè la forza dell'acqua, vicino al fondo del fiume per lo più, dipende dall'altezza della medesima; perciò in tal caso, *quanto maggiore sarà l'altezza viva dell'acqua, tanto meno declivi saranno i fondi.*

Corollario II.

SImilmente, perchè l'altezza viva del corpo d'acqua, dipende, in qualche parte, dalla quantità di essa, che scorre per l'alveo in un dato tempo; quindi è; che *quanto maggior copia d'acqua porterà un fiume, tanto minore sarà la di lui caduta.*

Corollario III.

E Perciò *i fiumi uniti, dopo le confluenze sempre si spianano il fondo più di quello, fosse prima dell'unione; e per conseguenza perdono di caduta.*

Corollario IV.

DAl che nasce, che *i fiumi, i quali si fanno grandi per lo concorso d'altri minori, hanno il loro fondo disposto a modo di un poligono*, o sia di una figura di più lati, de' quali i più alti facciano angolo

golo maggiore con l'orizzontale, ed i più bassi minore, ed in oltre gli angoli tutti siano all'intorno de' punti delle confluenze; il quale poligono si può anche considerare, in un certo modo, per una specie di linea curva, concava nella parte superiore.

Corollario V.

MA *que' fiumi, che conservano sempre il medesimo corpo d' acqua*, *dcono avere il fondo* in una linea sensibilmente retta, se si parla di picciole distanze; ma realmente, ed in grandi distanze *in una spirale, le cui tangenti facciano sempre angoli eguali con le perpendicolari tirate dal centro della terra*, che viene anco ad essere il centro della spirale medesima; e questa s'accosterà sempre più alla circonferenza di un circolo, quanto più l' angolo fatto dalle tangenti con le perpendicolari, s' accosterà all' angolo retto.

*Ann. VIII.

Corollario VI.

IN caso poi, che la velocità dell' acqua dipenda dalla discesa, non dall' altezza viva; allora la determinazione del fondo, si desume dal grado di velocità acquistato per essa; e perciò, *sin tanto, che l' acqua anderà accelerandosi*, (quando la condizione della materia, che forma l' alveo sia sempre la medesima) *s' anderà sempre mutando il pendio*; *e sarà minore nelle parti dell' alveo*, nelle quali sarà maggiore la velocità; in quelle cioè, *che saranno più lontane dal loro principio*.

Corollario VII.

MA perchè due corpi di peso diseguale, e di velocità eguale, operano differentemente contro i piani, sopra de' quali scorrono; quindi è, che, *se si daranno due fiumi, le acque de' quali s' accelerino per la discesa; ma una sia maggiore di altezza dell' altra*, più opererà in escavare la maggiore, che la minore; e per conseguenza, anche in questo caso, *ne' siti di eguale velocità, meno declive sarà quel fiume, la cui altezza viva sarà maggiore*.

Corollario VIII.

PErchè dunque, come più volte si è detto, le velocità fatte dalla discesa crescono, all' aumentarsi delle distanze dal principio del moto; ne siegue, che, succedendo a maggiori velocità, mag-

maggiore escavazione, e per conseguenza minore declività nelle parti inferiori, che nelle superiori; *dovranno*, in tal supposto, *disporsi i fondi, durante lo spazio dell'accelerazione, in linee curve concave, le tangenti delle quali facciano successivamente angolo maggiore con le perpendicolari tirate dal centro della terra.*

Corollario IX.

MA cessata l'accelerazione, *e ridotta la velocità dell'acqua all'equabilità; il fondo si disporrà in una linea* sensibilmente retta; o pure nella *spirale* predetta, *nella quale si conservi sempre la pendenza medesima.*

Proposizione Terza.

SE la forza dell'acqua di un fiume sarà bastante senza l'ajuto di qualche declività, a sovvertire le parti del fondo, ed a portarle via; allora l'alveo di esso non riceverà alcuna pendenza.

Poichè essendo, per lo supposto, la forza dell'acqua tanto grande, da potere scomporre le parti del fondo, e portarle via senz'ajuto di declività; niuna diminuzione di questa sarà bastante, ad impedire una nuova escavazione; posta, dunque, qualsisia declività, l'acqua continuerà ad escavare; e perciò si toglierà di mezzo la declività del fondo, che è lo stesso, che dire, che il fondo non avrà alcuna pendenza. Il che &c.

Corollario I.

E Però *disporrassi il fondo in una linea circolare*, essendo in questa tutte le tangenti ad angolo retto con le linee, che vengono dal centro; *la quale però, in poca distanza, non sarà sensibilmente differente da una retta orizzontale.*

Corollario II.

A*Umentandosi la forza dell'acqua, farassi ben maggiore l'escavazione; ma non si muterà la situazione orizzontale del fondo*, supposta, per tutto, la medesima resistenza della materia, che forma l'alveo, e l'uniformità di tutte l'altre circostanze.

Qui si dee avvertire, che avendo un fiume tanto di forza, che basti, a scompigliare il fondo dell'alveo, situato in qualsisia, benchè minima declività, o pure anco in un piano orizzontale; se quella

quella si aumenterà, o per ristringimento di alveo, che cagioni maggior altezza, o per aggiugnersi di nuova acqua; accrescendosi con tal mezzo la velocità del fiume, avrà maggior forza per escavare; Farassi dunque tal' escavazione fino ad un piano orizzontale, più basso dell' antecedente, come, v. g. al piano CG, sopra del quale la copia dell' acqua corrente richieda l' altezza viva ABC; siccome la copia di quella, che scorre per lo piano, pure orizzontale EB, si suppone, che addimandi la sola altezza viva AB. Posta dunque tal differenza di piani, egli è evidente, che se l' altezza in AB, ha tanta forza, da portar via la materia dell'alveo su'l piano orizzontale; molto più potrà farlo per lo perpendicolare BC, e perciò corroderà l' angolo HBC, formando l' alveo pendente in HC; e per la stessa ragione, colla declività HC, corroderà il fondo, riducendolo sempre men declive; dimodochè, se la forza dell' acqua, non ostante l' abbassamento del fondo, resterà potente a mantenerselo orizzontale; si scaverà il fondo EB fino al piano orizzontale MC, dimanierachè MCG sia tutta nella medesima orizzontale. Ma perchè, abbassandosi il fondo in MC, non si può abbassare la superficie DA, per cagione della superficie AF; sarà necessario, che l' altezza AC, la quale acquisterà il fiume DE, cessi d' essere viva; e per conseguenza, che si ritardi l' acqua in DE, la quale, se con questa perdita, perderà altresì la forza necessaria, per mantenere il fondo orizzontale, resterà nel fondo MC qualche picciola declività; e perciò può darsi il caso, che un fiume, che da se avrebbe la forza, per mantenersi il fondo spianato all' orizzonte, entrandovene un' altro dentro, la perda, e ricerchi della pendenza; ma questa non sarà mai tale, che cagioni dell' alzamento nel fondo di esso, ma sempre dell' escavazione; Poichè, supposto, che la declività fosse EC, ogni volta, che la linea EC s' incontrerà colla linea BE; avrà il fiume nel punto E riacquistata la sua altezza viva; e perciò potrà da lì in sù tenere scavato il fondo all' orizzontale. Tale declività EC renderassi sempre minore, se il fiume DB, vicino alla confluenza, si ristringerà a causa dell' impedimento della velocità; essendochè l' angustia della sezione, concorre assai a rendere viva l' altezza. Questa considerazione non solo si applica a' canali orizzontali, ma ancora agl' inclinati; e perciò abbiamo detto *nel Coroll. IV. della Prop. antecedente*, che gli angoli del poligono ivi accennato, deono essere non ne' punti, ma *all' inter-*

Fig. 18.

intorno de' punti delle confluenze; Ma di ciò si parlerà più a lungo nel Capitolo sopra l' unione de' fiumi insieme.

Corollario III.

E Perchè i fiumi coll'allargarsi perdono l'altezza, e conseguentemente la velocità; ne siegue, che *i fiumi orizzontali, allargandosi ordinariamente il loro alveo vicino al mare, perdano la forza per mantenersi scavati*; e perciò *vicino allo sbocco restano più alti di fondo, che lontani da esso*, al che concorrono però altre cause: E questa è una delle ragioni, per le quali gli sbocchi de' fiumi nel mare, se non sono tenuti ristretti dall' arte, regolarmente sono men profondi degli alvei nelle parti superiori.

Siccome nell'Annotazione al Coroll. II. precedente, abbiamo detto, potersi dare il caso, che un' acqua ritardata, conservi anche la forza, per mantenersi il fondo orizzontale: così *può darsi il caso, che la forza di un fiume sia tanto grande, che*, se bene ritardata che sia, non possa muovere le parti grosse, e pesanti; e perciò s'elevi il fondo, [come abbiamo detto, in questo Corollario, succedere alle foci de' fiumi nel mare] non ostante però, *conservi tanto di virtù*, abbenchè riascenda sopra d' un piano acclive, *da spingere, o portar seco le parti meno pesanti*; E questa è la ragione per la quale, sopra degli sbocchi, gli alvei si conservano profondi; abbenchè le foci siano più alte di esse, *[illegible]*

Corollario IV.

SE *l' acqua d' un fiume averà tanta forza, da stabilirsi il fondo orizzontale, precisamente, e niente di più, supposta una determinata resistenza nel fondo; se questa si accrescerà, non sarà ella più valevole, a spianarsi il fondo orizzontalmente; e perciò sarà più alto nelle parti più vicine allo sbocco, che nelle più lontane*; E perchè può darsi il caso, che tale alzamento di fondo non ritardi l' acqua, che sopravviene; perciò in tal supposto *non si altererà il fondo nelle parti di sopra; ma mantenendosi, e connettendosi col più alto, si renderà acclive* come BCD. Che *se poi l' alzamento del fondo inferiore CD, ritarderà l' acqua, che sopraggiunge* da AB, in tal caso, *se l' acqua porterà materia atta, riempirà l' alveo ABC fino all' orizzontale EC*; e finalmente, *se ritarderà le parti vicine a CD, più che le lontane*, come per l' ordinario succede, *formerassi l' interrimento BC*, che si alzerà, a propor-

Fig. 19.

porzione della forza diminuita. E questa è la ragione del mantenersi, che fanno, i dossi, e i gorghi negli alvei de' fiumi.

Che il dosso CB possa non impedire il corso dell'acqua in AB, può succedere principalmente per due cause; La prima si è, perchè il fiume si divida in più rami; E la seconda, perchè si allarghi nelle parti inferiori, più che nelle superiori, purchè la larghezza sia viva: L'una, e l'altra causa però ricade in una sola, che è la diminuzione dell'altezza viva dell'acqua. Suppongasi dunque, che il fiume AD cammini per lo fondo CD orizzontale, coll'altezza viva AC, o BD; e che, arrivato in D, o si allarghi, o si divida in più rami, dimanierachè l'altezza viva sia BE; Supponiamo però, che nel principio, l'altezza dell'acqua nella parte BG, fosse DB, e che il fondo fosse continuato in DG orizzontale; sarebbe dunque l'altezza DB non viva, e perciò l'acqua in quel sito, ritardata. Quindi è, che supponendo, che la forza dell'altezza viva AC, sia precisamente quella, che basta a tenere il fondo orizzontale; non sarà la forza BD ritardata, bastante a fare il medesimo in DG; adunque portando l'acqua materia idonea, si faranno delle deposizioni sopra DG, formandosi il fondo EF declive, che si alzerà sino a lasciare l' altezza viva BE; Ma perchè l'ostacolo DE ritarda l'acqua, che sopravviene; e nell'istesso tempo l'acqua sopravveniente batte l'interrimento DE; non potendo questo sostenersi sul lato DE a perpendicolo, è necessario, che si spunti l'angolo, v. g. IEL, nel mentre, che l'acqua HID ritardata, permette le deposizioni; o interrimenti HID; E perchè quanto più l'acqua verso C è lontana dall'impedimento ID, tanto meno resta ritardata; perciò non si farà eguale deposizione da per tutto, ma sempre minore, e finalmente cesserà; dunque al di sopra di H, conserverà l'acqua la forza primiera; e conseguentemente manterassi il fondo orizzontale. E' però da notare, che nel tempo, che si formasse l'acclività HL, sminuendosi in essa l'altezza viva dell'acqua, e conseguentemente la forza; sarebbe necessario, che l'acqua s'elevasse colla sua superficie; ma perchè elevandosi, e dovendo ricadere su la superficie BA, farebbe forza contro le ripe, corrodendole, allargherebbe l'alveo; perciò, senza elevarsi sensibilmente, si anderebbe allargando proporzionalmente l'alveo, a misura, che si andasse formando il dosso HL; ch' egli si facesse più alto; e che l'allargamento, fatto sempre maggiore, continuasse per tutta

Fig. 10.

la

la lunghezza dell' alveo, occupata dal medesimo dosso HL; finchè in L si formasse la cadente declive; e, continuando la medesima altezza viva BE, si conservasse ancora la medesima larghezza.

Corollario V.

PUò darsi il caso, che un fiume abbia tanto di altezza viva d'acqua; e tanto di forza, che basti a formarsi, ed a mantenersi il fondo orizzontale; ma restando questa impedita, non possa più spingere la materia, che porta, senza l'ajuto di qualche declività, [come figura 16.] sarebbe il fondo AB, orizzontale al pelo dell' acqua BD; ma trovandosi il fondo AB più basso del pelo del mare CD, allora l' impedimento dell' acqua CB, ritarderebbe la forza dell'acqua corrente AC, che in conseguenza non sarebbe più valevole a mantenersi il fondo orizzontale; e perciò facendosi delle deposizioni, si alzerebbe il fondo, tanto che acquistasse quel pendio, coll' ajuto del quale potesse spingere la materia portata; e facendosi l' alveo per via di escavazione, tanto continuerebbe l' acqua ad escavare, quanto arrivasse a formarsi quella declività, che può bastare a non permettere deposizioni, ed insieme ad impedire maggior'escavazione.

Fig. 15.

Proposizione Quarta.

QUanto maggiore sarà la tenacità del terreno, che compone il fondo del fiume, tanto esso sarà più declive.

Essendo che, quanto maggiore è la tenacità del terreno, cioè il legame, che hanno le di lui parti, l' una con l'altra, tanto maggiore è la resistenza, che in separarle incontra la forza dell'acqua; ne nasce, che supposta questa essere sempre la medesima, minore sarà l' effetto, se maggiore sarà la tenacità della materia; ed essendo l' effetto della forza dell' acqua, la disunione delle parti, e l' escavazione dell' alveo; ne siegue, che quanto maggiore sarà la tenacità della materia, tanto minore sarà l'escavazione: ma quanto minore è l' escavazione, tanto più resta declive il fondo dell' alveo, adunque quanto più sarà tenace la materia, che forma l' alveo al fiume, tanto sarà esso più declive. Il che &c.

S' osservi però, che, siccome due lime, l' una adoperata con maggior forza dell' altra, ponno egualmente sminuzzare un pezzo di ferro, abbenchè in tempo differente; così può parere ad alcuno, che l' effetto della tenacità del terreno sia solo quello, di fare con-

consumare più tempo all'acqua in escavare; ma non già d'impedire l'escavazione. Ciò però non ostante, se si considererà, che la tenacità nella materia, in questo luogo, non solo si prende per lo legame vicendevole delle parti; ma ancora per la resistenza, ch'esse fanno all'essere separate, la quale sempre è maggiore, quanto meno coopera il peso di esse, alla disunione; manifestamente apparirà, che operando questo meno ne' piani, altresì meno declivi; viene in un certo modo ad accrescersi, collo sminuire della pendenza, la tenacità della materia; e che per lo contrario, facendosi minore la forza ne' piani meno declivi, può succedere, che la tenacità accresciuta, uguagli la forza dell'acqua sminuita, e così succeda, non solo maggiore consumo di tempo; ma altresì maggiore declività.

E' da notare in secondo luogo, che quando, in qualche caso impensato, la tenacità della materia, non s'accrescesse per la minor' inclinazione del fondo, o la forza dell'acqua, per la medesima ragione, non si scemasse; allora la proposizione non si verificherebbe, che in ordine al tempo dell' escavazione, che si dovrebbe più lungo alla materia più tenace; E perchè in tal tempo può darsi il caso, che succedano altre cause, che cooperino allo stabilimento del fondo dell' alveo, a queste pure si dee avere riflesso.

In terzo luogo si dee avvertire, che la proposizione s' ha da intendere in termini idonei, cioè, che la tenacità della materia non sia tanta, da resistere in ogni inclinazione, abbenchè quasi perpendicolare alla forza dell'acqua, come sarebbe nel marmo, o nel sasso vivo; e parimente, che la forza dell' acqua non sia tale, che, poste due diverse tenacità, possa superare l'una, e l' altra in qualsisia picciola inclinazione di alveo; poichè, nel primo supposto, tanto potrà la forza maggiore, che la minore; e nel secondo, si renderà, nell' uno, e nell' altro caso, il fondo orizzontale.

Corollario Primo.

I Fiumi perciò, che hanno il fondo cretoso, o di tivarro, sono più declivi di quelli, che l' hanno arenoso, o limoso.

Corollario II.

E Perchè il continuo bagnamento contribuisce molto, ad ammolire la tenacità della materia del fondo, e per lo contra-

rio, il rasciugarsi della medesima, fatto dal Sole, accresce nella materia atta, la tenacità; perciò *i fiumi perenni sono*, per tal cagione, *qualche volta meno declivi, che i temporanei* in parità di tutte l'altre circostanze.

Corollario III.

SE *il fondo del fiume sarà di materia così tenace, e dura, che la forza dell'acqua* tenti sì, ma *non vaglia a corroderla*, come, se fosse composto di sasso, o di muro, in tal caso *quella declività, che li sarà stata data dalla natura, o dall'arte, si manterrà sempre*, se non quanto la continuazione del corso dell'acqua, potrà qualche poco, in lunghezza di tempo, consumarla; e da ciò nasce, che le cateratte interrompono la continuazione dell'alveo de' fiumi, e si conservano per secoli intieri, senza considerabile mutazione; Si suppone però, che le pendenze siano tali, che non permettano deposizione di materia alcuna, sopra de' fondi.

Corollario IV.

SE *un fiume avrà il fondo in diversi luoghi variamente tenace; muterà di pendenza*, sempre proporzionata alle resistenze del fondo; e perciò, dove questo sarà arenoso, si faranno maggiori escavazioni, dove cretoso, minori; dal che ne nascono alle volte i gorghi, e i dossi, che si vedono dentro i letti de' fiumi. Quasi ponno ridurre proporzionalmente i corollarj 3. 4. e 5. della Prop. antecedente; e principalmente le loro annotazioni.

Proposizione Quinta.

S*Upponendo il fondo d'uno, o più fiumi, composto di parti staccate, l'una dall'altra, come sono i sassi, e l'arena; minori saranno le declività, quando il peso specifico delle parti sarà minore.*

Ciò è manifesto; perchè, supposta la medesima forza nell'acqua, egli è certo, che questa più facilmente, o separerà dal fondo, o spingerà avanti quelle materie, che saranno di minor peso specifico: Ma ciò facendo, abbasserà il fondo medesimo; adunque, di quanto minor peso specifico saranno le parti, che staccate l'una dall'altra compongono il fondo; tanto più facilmente questo si abbasserà; e per conseguenza si renderà meno declive: Il che &c.

Corol-

Corollario Primo.

QUindi è, che *i fiumi, i quali corrono fra le montagne*; dove hanno il fondo sassoso, ivi *hanno* anche *maggiore la pendenza, che nelle pianure*, nelle quali i fondi per l'ordinario sono composti di pura sabbia: E similmente * *in que' siti, ne' quali il fondo è arenoso, le cadute sono maggiori, che in quelli, ne' quali il fondo è composto di puro limo*, o belletta senza tenacità. *Annot. IX.

Corollario II.

E Perchè nelle parti grosse, come ne' sassi, e nella ghiara, ha molto luogo la qualità della figura * *allora il fondo sarà più pendente, quando la figura delle parti, che lo compongono, sarà più difficile a muoversi, ed a scorrere sopra le altre.* *Annot. X.

Corollario III.

PArimente perchè i fiumi, nelle parti superiori del loro corso, hanno frequentemente gli alvei ripieni di sassi assai grossi, e conseguentemente pesanti; e di figura in oltre angolari, i quali sono sempre spinti al basso dal corso dell'acqua, o portati dentro gli alvei dalle rovine delle montagne; ed * osservandosi, regolarmente, che detti sassi sono più grossi nelle parti più alte, vicino alle fontane; e più piccioli ne' siti degli alvei, più lontani da esse; ne segue, che *de' fiumi, che corrono in ghiara, la linea del fondo, anche a riguardo di questa sola causa, debba disporsi in una curva concava, che nel suo progresso, sia sempre meno inclinata all' orizzontale.* *Annot. XI.

Corollario IV.

E Perchè concorrono a questo effetto medesimo, e l'acceleramento dell' acqua per la discesa, e l' unione di più acque in un sol' alveo; ne segue, che *unendosi le due cause predette colla resistenza dell'alveo*, resa gradatamente minore; tanto *maggiore concavità averà la linea del fondo*, e tanto *maggiore sarà la difformità, o differenza fra le cadute in diversi siti del fiume.*

Corollario V.

SE *un fiume, dopo aver corso fra le montagne sopra un fondo ghiaroso, si ridurrà nella pianura a muoversi sopra un letto di arena*

uniforme, e porterassi al mare, senza ricevere tributo di nuove acque; la linea del fondo, durante il corso per la ghiara, sarà una linea curva concava, a cui connetterassi una curva convessa, competente alla qualità uniforme del terreno arenoso.

Dalle proposizioni dimostrate in questo Capitolo, se ne potrebbero dedurre molte altre, tanto su i medesimi semplici supposti, quanto combinando insieme le diverse condizioni del fondo, della potenza dell' acqua &c. Ma sarà facile a chi che sia, il farlo, colla scorta delle accennate verità, le quali, oltre l'essere dimostrate, sono anche osservabili in fatto, particolarmente da chi saprà distinguere gli effetti delle cause accidentali, da quelli dell' essenziali.

Tutto l'esposto di sopra concerne principalmente lo stabilimento degli alvei, fatto per via di escavazione, dall' acqua: resta ora da considerare l'altra parte; cioè, come, e quando si stabiliscano i fondi per alluvione, replezione, o sia deposizione di materia. E prima, si consideri, che pochi sono i fiumi, che portino acque chiare, cioè, non mescolate con materia alcuna terrestre; posciachè i fiumi, quasi tutti, almeno nelle piene, s'intorbidano. *Supposto*, nulladimeno, *che le acque di un fiume fossero in ogni tempo chiarissime, queste potrebbero bene profondare, ma non riempire l' alveo proprio*, mancando loro la materia per farlo, se non quanto potrebbero le parti staccate dal fondo, o dalle ripe, essere levate da un luogo, e portate in un'altro, o per ispinta, o per deposizione: Quindi è, che, supposti gli alvei inalterabili di fondo, e di ripe, a cagione della resistenza eguale, o maggiore della potenza; le acque chiare non potranno mai in alcuna maniera mutare il sito dell'alveo, ne in profondità, ne in larghezza, quantunque siano basse di corpo, ed i fondi poco, o niente declivi. Quindi è, che

ANNOT. XIII. * *gli scoli delle campagne, soliti a portare*, per lo più, *acque chiare, si conservano lungo tempo, senza interrirsi; ma entrandovi acque torbide*, abbenchè in molta quantità, come succede nelle rotte de' fiumi, *in poco tempo si riempiono di terra*. Il dire però, che un fiume porti acqua assolutamente chiara, è supporre un caso, se non impossibile, almeno molto raro; perchè scorrendo l'acque per lo terreno, è difficile, che non s'imbrattino; e cadendo, almeno in tempo di pioggia, l'acqua di essa, giù per la gran declività delle sponde dell' alveo; non può di meno, che non si svellano da

esse,

esse, molte parti terree, le quali perciò siano portate nell' alveo a rendere torbida l'acqua. Ed in fatti io ho osservato, che il Tesino, poco sotto la sua uscita dal lago maggiore, lascia nell' escrescenze, manifesti segni di torbidezza sopra l'erbe bagnate dalla piena, i quali però non sono altro, che un sottilissimo velo di belletta, che le cuopre, e piuttosto fa loro cangiare il color verde, in olivastro, che, detergendole, o lavandole, si perde: indizio di qualche picciola torbidezza; e pure il luogo, dove io ciò osservava, non era lontano cento pertiche dall' emissario del lago. Lasciando dunque di trattare di questo caso, passeremo a considerare gli effetti de' fiumi, che corrono qualche volta torbidi, e che si stabiliscono il fondo co' proprj interrimenti.

Di tre sorti sono le materie portate da' fiumi; poichè altre sono spinte, sempre radente il fondo, senza incorporarsi con l' acqua; altre s' incorporano coll' acqua medesima; ed altre galleggiano. Queste ultime hanno la loro gravità specifica, minore di quella dell' acqua; ma le altre due l' hanno maggiore, o eguale; L' egualità però del peso specifico, che può trovarsi nelle materie, veramente incorporate, coll' acqua, quì non merita considerazione veruna; come che è cagione, che esse seguitino i moti, e per così dire, la sorte dell' acqua medesima; perciò nel nostro caso possono considerarsi, come non differenti da essa; Resta dunque, che nelle *materie, tanto spinte, che incorporate, si debba intendere una gravità specifica maggiore di quella dell' acqua*; con questa differenza però, che le prime (essendo di mole, e peso assoluto assai grande) resistono più all' essere sollevate dal fondo: ma l' altre, per la picciolezza della loro mole, non ponno impedire, che il moto dell' acqua non le sollevi, e mantenga quasi unite alla propria sostanza, la quale però, perdendo nella mescolanza di tanti corpicciuoli opachi, la sua diafaneità, si chiama torbida; mentre al contrario le altre, che restano al di sotto, o al di sopra, non turbano la sostanza dell' acqua. E quì pure dee mettersi da parte un' altro caso, come non addattato alla materia presente; Si trova nell' acqua, (anche stagnante, ed a giudizio d' ogni senso, in riposo) un moto perenne, che può tenere sollevate delle particelle di materie più dell' acqua gravi; le quali perciò restano unite al corpo dell' acqua medesima, come sono i ramenti de' sali, delle tinture, e di altre simili sostanze. Queste non si separano da essa, che

che col mezzo dell' evaporazione, o precipitazione; o con gran lunghezza di tempo, come succede alle parti tartaree, che trovandosi nell' acqua, anche limpidissima, delle fontane, incrostano, per di dentro, i loro condotti, e qualche volta empiendoli quasi affatto, serrano la strada al passaggio dell'acqua; di queste dunque noi non abbiamo da parlare; come che, per lo più, seguitano il moto dell' acque, o se talora si depongono, ciò è in un caso straordinario, che però ne' fiumi non fa regola alcuna; oltrecchè, se si volesse discorrerne, sarebbe necessario prenderne i principj, forse dal più astruso della fisica, e della chimica.

Le materie pesanti, che non ponno, se non con violenza, separarsi dal fondo, per lo più, sono sassi, e ghiare, ed in qualche caso, arene assai grosse, oltre altre materie, che per accidente possono trovarsi ne' letti de' fiumi; queste rare volte sono sbalzate in alto dall' acqua (il che succedendo, quasi immediatamente, precipitano al fondo) ma bensì sono spinte, o lateralmente, o al lungo del corso; o pure cumulate in un luogo; dal che ne nasce, sì la varietà, e sempre costante mutabilità degli alvei de' fiumi, che corrono in ghiara; sì quel continuo corso, non solo di acqua, ma di sassi, all' in giù, che rende meraviglia a chi osserva, ciò sempre succedere, senza che perciò i fondi si elevino. Ed in fatti sembra a prima vista difficile da concepire, che dalle rupi vicine, continuamente si svellano sassi, e siano portati negli alvei de' fiumi, da' quali mai non escono, che alle volte per opera umana; e contuttociò non oltrepassino un certo sito, assegnato a ciascun fiume dalla natura; o sia dalla combinazione delle cause, che concorrono a questo effetto; senza però formarsi, negli alvei, montagne di sassi, come pare a prima vista, dovrebbe succedere a riguardo della loro abbondanza.

Se però si considererà la natura delle arene, che nient' altro sono, che pezzetti di sasso stritolato, siccome i sassi molte volte sono composti di arene insieme unite; ed in oltre, se si osserverà, che la forza dell' acqua opera contro di essi, continuamente col suo corso, spingendoli a percuotersi, ed a farli scorrere, l' uno sopra l' altro, (al che va necessariamente congiunto un continuo sfregamento, mediante il quale si vanno perpetuamente logorando vicendevolmente; come ne fa piena fede il continuo mormorio, che si sente ne' fiumi, i quali corrono in ghiara: effetto non tanto

del

del moto dell'acqua, che urta, e si rompe in essi, quanto del reciproco dibattimento de' sassi) e di più, se si avvertirà alla gran copia de' rottami; alla pulitura, che ricevono; ed a molti altri manifesti segni di logoramento, che si riscontrano nelle ghiare de' fiumi; se, dico, tutto ciò si considererà, facilmente si potrà credere, che i sassi continuamente si disfacciano in arene, e che richiedendosi al loro intero consumo una quantità determinata di questo sfregamento (che in un certo grado, porta seco una determinazione di tempo, e di spazio) venga tutto ciò terminato dentro il sito, che sta di mezzo fra il principio del fiume, e l'ultimo limite delle ghiare.

Per esempio, supponiamo, che un sasso, sfregandosi con un' altro (come farebbe sopra una ruota da pulire) con un certo grado di velocità, arrivasse ad essere interamente consumato, dentro lo spazio di un giorno; certa cosa è, che nel medesimo tempo si consumerebbe, se esso fosse mosso seguitamente per un piano, che fosse tanto lungo, quanto richiede la velocità dello sfregamento reciproco d'un sasso, con l'altro (se però la forza, e l'asprezza fosse nell'uno, e nell'altro caso eguale) e che non si varierebbe l'effetto, se tal logoramento succedesse interpolatamente; purchè la quantità del tempo fosse d'una giornata. Varierebbesi bene, se, o il moto, o il tempo, o la durezza, o la grandezza del sasso, o l'asprezza del piano, si alterassero; o se mancasse il piano medesimo, sul quale si fa lo sfregamento, prima che il sasso fosse intieramente consumato.

Essendo dunque nel fiume una forza determinata, che cagiona una determinata velocità nel moto de' sassi; ed essendo, che questi hanno una grandezza, e durezza limitata, che ordinariamente non oltrepassano (potendo però avere l'una, e l'altra minore) ne siegue, che la velocità del moto impresso dall'acqua ne' sassi, dovrà richiedere un tempo determinato, che sia proporzionato alla durezza, grandezza &c. de' sassi medesimi, per interamente stritolarli; e perciò, altresì dovrà essere determinata la lunghezza dello spazio, necessario per l'effetto medesimo; come che questa è figlia della velocità, e del tempo. Non è dunque meraviglia, se ne' fiumi si riconoscono i limiti delle ghiare, e se gli alvei non si riempiono, per lo continuo entrarvi di queste; essendo equilibrata, per così dire, la quantità di esse, che giornalmente entra nell'alveo, col consumo, che se ne fa. E' ben facile anche l'intendere,

dere, perchè alcuni fiumi portino le loro ghiare fin dentro il mare; allora, cioè, quando viene a mancare, lo spazio addimandato dalle altre circostanze, per stritolarle in arena.

Sminuendosi adunque continuamente la mole de sassi, e rendendosi, con ciò, l'alveo sempre meno declive (come si è detto *nel corol. 3. della prop. 5. di questo cap.*) ne segue, che un sasso, il quale sotto una mole maggiore, contrastando alla forza dell'acqua, poteva sostenersi in un'alveo più declive; ridotto poscia ad una mole minore, ceda all'impeto della medesima, lasciandosi spingere all'in giù, fino a trovare quella declività, che resti proporzionata alla diminuzione della di lui mole. Quindi è, che * ne' fiumi in ghiara succedono continue escavazioni, ed altresì continue replezioni; ma così attemperate l'una con l'altra, che ne resta il fondo stabilito; dimanierachè, alterato che sia da cause accidentali, o in soverchia escavazione, o in soverchia replezione, ben presto si ristabilisca, per l'efficacia delle cause perpetuamente operanti; è perciò, se l'alveo di un fiume in ghiara, sarà meno declive, di quello porti la sua natura; non mancandoli materia per cagionar replezioni, eleverassi nel fondo, in maniera da acquistarsela; ed avendola più del bisogno, ne seguiranno escavazioni proporzionate, fino al termine, nel quale si pareggino le forze delle cause escavanti, con quelle delle resistenti.

* Ann. XIII.

E quì cade in acconcio di dimostrare un'altra proposizione, che contiene * un caso possibile, a succedere ne' fiumi, che corrono in ghiara.

* Ann. XIV.

Proposizione Sesta.

Se un fiume, che corra sopra un fondo, che resista all'escavazione, richiederà tanto tempo per compirla fino al segno, che richiede la propria forza, e permette l'inclinazione dell'alveo, e che prima d'esser' essa compita, sia portata nell'alveo altra materia della medesima natura; anderà il detto fiume continuamente scavando il suo fondo, che sarà stabilito fra due termini, l'uno determinato dalla massima altezza, che può farsi per replezione; l'altro dalla massima bassezza, fatta nell'escavazione.

* Annot. XV.

* Sia il fondo AB quello, che a riguardo della forza dell'acqua, e della condizione della materia &c. si chiama stabilito; e sia sopra di esso la materia contenuta nel triangolo ABC, della medesima

natura di quella, della quale è composto il fondo AB; egli è evidente, che, correndo l'acqua con una forza determinata per lo fondo CB, potrà escavarlo; ma perchè tal'escavazione non può farsi instantaneamente, ma, per lo supposto, richiede molto tempo, poniamo, che l'acqua, corrodendo, abbia scavato il fiume, fino in DB; ma non sia giunta alla AB; e che, arrivata l'escavazione a detto termine, sia all'ora portata dentro il fiume, v. g. da' torrenti influenti, altrettanta materia, che basti a rimettere di nuovo in essere la pendenza CB. Continuando dunque la medesima forza d'acqua, tornerà a farsi l'escavazione; e, se di nuovo arrivata fino in DB, sarà riportata nuova materia nel fiume, di nuovo si tornerà ad escavare, e così successivamente; Supponiamo perciò, che la pendenza DB sia quella, alla quale può giungere l'escavazione, durante il massimo intervallo di tempo, tra l'uno ingresso, e l'altro della materia nell'alveo AB; adunque non si arriverà mai coll'escavazione, alla pendenza AB; ma solo, al più, alla DB: Parimente supponiamo, che CB sia la massima altezza, che può fare, detratte le escavazioni, la materia, ch'entra nel fiume; adunque la declività non oltrepasserà mai la CB; e perciò il fondo sarà stabilito, o più tosto anderà librandosi, tra le due declività CB, DB. Il che &c.

Non si può pensare, che entri più materia nel fiume di quella, sia smaltita coll'escavazione fatta del fondo; e per conseguenza, che questo debba sempre elevarsi; Perchè supposto che ciò succeda, è chiaro, che la declività si renderà sempre maggiore; e perciò la materia sarà disposta, a cedere più facilmente alla forza dell'acqua, che anch'essa, si accrescerà; onde maggior quantità di materia si smaltirà in un dato tempo: Accrescendosi dunque lo smaltimento di detta materia, finalmente si arriverà ad una elevazione, nella quale si pareggerà il consumo con l'entrata; e tale suppongo, che sia l'inclinazione CB.

Avvertasi, che se bene per l'escrescenza del fiume, e per l'abbassamento dell'alveo, la forza dell'acqua non può essere la medesima (si come ne meno è la medesima la quantità della materia portata via nella piena, per l'alveo più declive CB, e la portata via, cessata la piena, per l'alveo meno declive DB) nondimeno tutto ciò può ridursi ad una medietà aritmetica, nella quale gl'eccessi compensino i difetti; e può supporsi, che l'escavazioni siano

proporzionali a' tempi, ne' quali saranno state fatte; posciachè, negl' estremi, torna la medesima cosa.

Corollario I.

PErchè adunque l' entrata della materia grossa ne' fiumi, suole succedere, per l' influsso de' torrenti nelle loro piene; ne segue, che in tal supposto, *quanto maggiori saranno gl' intervalli di tempo, tra l' una piena, e l' altra de' torrenti; tanto meno declive sarà l' alveo del fiume*.

Corollario II.

SImilmente, perchè le piene de' torrenti, quanto sono più grosse, e di maggior durata, riducono ancora maggiore quantità di materia ne' fiumi, perciò *quanto le piene saranno minori, e più corte di tempo; tanto meno sarà declive il fiume*.

Corollario III.

PArimente, essendo che quanto maggiore, e di più lunga durata è la piena del fiume, tanto più opera in escavare il proprio fondo; ne segue, che *quanto più lunga, e maggiore sarà la piena del fiume; tanto meno declive sarà il fondo di esso*; Dipendendo perciò la piena del fiume, tanto nella durata, quanto nella grandezza, dalle piene de' torrenti; e facendo la prima maggiore escavazione; e le seconde maggior riempimento; bisogna osservare, come s' attemperi una causa coll' altra, e giudicare la qualità dell' effetto, a misura di quella, che prevalerà.

Corollario IV.

Annot. XVI. E *Quanto maggiore di corpo sarà l' acqua ordinaria del fiume, sarà ancora tanto meno declive l' alveo*; quali declività, tanto in questo, quanto ne' Corollarj sopradetti, si devono intendere in tempi omologi, come ancora la minima di tutte.

Corollario V.

PArlando *de' fiumi temporanei*, dentro i medesimi supposti, *gli alvei tanto meno saranno declivi, quanto più breve sarà il tempo della loro aridità, o in cui saranno esausti d' acqua*.

Corol-

Corollario VI.

Abbenchè questa proposizione principalmente si verifichi ne' fondi composti di parti staccate l' una dall' altra, come sassi, ghiara, ed arena; nondimeno può applicarsi in qualche maniera a' fiumi temporanei, che depongono nel fine delle loro piene, materia limosa, e che si rende tenace per l' efficcazione fatta dal sole; Ho detto *in qualche maniera*; perchè ordinariamente *la materia limosa*, che è quella, che riceve tenacità dall' efficcazione, *non si depone, che con una gran diminuzione di velocità, che appena si riscontra nell' acqua de fiumi*. Quando però vi si deponesse, per qualche accidentale cagione, caderebbe sotto i supposti di quest' ultima proposizione.

Le materie poi, che s' incorporano alla sostanza dell'acqua, sono arene sottili, parti terree, ed altre di simile natura: Sono queste, non spinte, come le ghiare; ma sollevate dal fondo, e portate fino all' ultima superficie dell' acqua; abbenchè il loro peso specifico superi quello del fluido, al quale perciò non sono unite, per la gravità uniforme; ma solo per la violenza del moto, e per la resistenza, che trovano le loro superficie al discendere, impedite dalla viscosità dell' acqua medesima; in quella maniera per appunto, che i vapori acquei si sollevano, e stanno sospesi lungo tempo nell' aria, come si è spiegato *nel cap.* 4. Quindi *acciocchè le particelle di terra restino unite all' acqua, si ricerca un certo grado di agitazione proporzionato al loro peso, mole, figura, e superficie*, cessando il quale, cominciano a discendere, ed a lasciar l' unione, che prima aveano colle parti dell' acqua. Dal che ne nasce, *richiedersi maggiore agitazione, per tenere unite all' acqua le parti più grosse, e pesanti, che le più sottili, e meno gravi*. L' agitazione parimente, o è la velocità dell' acqua, esercitata lungo il corso del fiume; o pure i moti vertiginosi, fatti su un piano verticale, cioè dal fondo alla superficie, e da questa al fondo; o pure su un piano orizzontale, o inclinato, come s' osserva ne' vortici; Ne può negarsi, che questi, ed altri moti disordinati, non operino (tanto a corrodere il fondo, e le ripe; quanto a tenere sollevata la materia) molto più di quello, possa la velocità esercitata per la linea di direzione del fiume; nulladimeno, perchè i moti sregolati non ponno comprendersi sotto regole semplici; ci contenteremo in questo luogo di considerare

 l' azione

l'azione della sola velocità predetta: e ciò faremo tanto più giustamente, quanto che i moti predetti irregolari, sono ordinariamente più, o meno vigorosi, quanto maggiore, o minore è la velocità del fiume.

Dipendendo adunque, come si è detto nel Capitolo antecedente, la velocità dell' acqua de' fiumi, o dall'altezza del proprio corpo, o dalla discesa; ed essendo, secondo l' uno, e l'altro principio, più veloce l'acqua in un luogo, che nell'altro; ne segue, che una parte dell'acqua può essere così veloce, che possa sostenere materie più grosse, e più pesanti; e che un'altra non basti, per portare le più sottili, e leggere. Quindi è, che *dove i fiumi sono più veloci, cioè nel filo dell' acqua, si mantengono più profondi*; *e dove hanno meno di forza, si fanno delle alluvioni*, e deposizioni di materie più grosse; E questa è la ragione, per la quale *nelle parti convesse delle tortuosità de' fiumi si generano spiagge, o arenai*; *e dalla parte opposta restano corrose le ripe*. Dal medesimo principio deriva pure, che per lo più, ne' fiumi, che hanno acque più veloci verso il fondo, che alla superficie, le arene più grosse non si alzano al pelo dell'acqua, dove giunge la sola terra; e perciò le *alluvioni*, *che si fanno sulle restare o golene*, *sono di natura molto differente*, quanto alla materia, *da quelle, che succedono dentro l'alveo*; e similmente *le bonificazioni fatte regolatamente*, *e col prendere l' acqua torbida verso la superficie*, *sono molto più fertili di quelle*, *che sono state fatte a fiume aperto*, e con prendere l'acqua dal fondo dell'alveo. Non vi è dubbio, che, continuandosi in tutte le parti del fiume, quel moto, che rendesi necessario, per tenere sollevata la torbida, non mai si deporrebbe essa, e sarebbe portata coll' istesso moto dell'acqua, fino all'ultimo termine; ma rallentandosi l' agitazione, è ben chiaro, che le materie eterogenee mischiate all'acqua, si deporranno successivamente, secondo la loro gravità; e perciò *sboccando fiumi torbidi in lagune, o paludi*, *le interriscono*, e fanno, che il terreno si manifesti in più luoghi, ne' quali prima non si osservava, ch'espansione di acqua.

Per la stessa ragione *gli alvei de' fiumi*, ne' luoghi, ne' quali sono *larghi più del dovere*, *s' interriscono alle sponde*, *ristringendosi l' alveo a quella capacità*, *che è richieduta dall' abbondanza dell' acqua*, *che vi scorre*; il che anco fanno nelle paludi &c. facendosi l'alveo, dentro gl' interrimenti medesimi: E perchè rare volte un fiume scorre, sempre con la stessa violenza, osservandosi maggiore velocità nelle

piene

piene maggiori, che nelle minori; e parimente nel colmo della piena, più che nel crescere, o cessare della medesima, in parità di circostanze: quindi è, che *correndo l'acqua torbida per un' alveo, con poca velocità, seguono interrimenti nel fondo*, ed alle volte tali, che, cessata l'escrescenza, il letto del fiume si vede mezzo ripieno, e fa dubitare a chi è poco pratico della natura de' fiumi, ch' esso non possa essere capace di una piena maggiore; seguendo poscia la quale, di nuovo si scava alla primiera profondità. Perciò, se bene *un fiume* può scorrere al suo termine, sopra d'un fondo affatto orizzontale; * *portando* però *acqua torbida*, se non avrà esso tanta altezza di corpo d'acqua, da tenere la terra sempre incorporata; *necessariamente doveranno seguire delle deposizioni*, le quali anderanno sempre crescendo, fino ad acquistare quel pendio, che più non può resistere alla forza dell' acqua, acciocchè non porti via la materia, che per altro resterebbe deposta sopra la di lui linea; e perciò * *nelle piene minori si mutano le cadute, accrescendosi; e nelle maggiori, sminuendosi.*

*Ann. XVII.

*Ann. XVIII.

Da ciò, che sin ora si è detto, evidentemente apparisce, rendersi inutile qualunque opera umana, che tenti di accrescere, o scemare le dovute pendenze a fiumi torbidi; posciachè, se non s'inducano nuove cause perpetuamente operanti; accresciute che sieno dette pendenze, succederanno nuove escavazioni; e sminuite, nuove deposizioni; e perciò, nel mutare il letto a' fiumi, per via di cavi, si deve ben' avvertire la caduta, che ha un termine sopra l'altro, e paragonarla alla necessità del fiume, ed alla situazione della campagna, per non incorrere in quegl' errori, che per simili inavvertenze, hanno spesso fatto, e fanno lagrimare le provincie intiere, a causa dell' alzamento seguito ne' fondi degli alvei, dell' impedimento degli scoli delle campagne, e dell' innondazione delle medesime. Dissi, *se non s' inducano nuove cause perpetuamente operanti*; perchè in tal caso potrebbe anche perpetuarsi l'effetto, perciò, in proposito di volere sminuire le pendenze, potrebbe giovare; essendo praticabile, il ristringimento dell' alveo ad un fiume; o l'unione di più acque in un' alveo medesimo; E quando le cadute siano troppo precipitose, è comune la pratica di traversar loro l'alveo con chiuse, o pescaje, per far elevare i fondi, ed impedire il dirupamento delle ripe; nel qual caso si tolgono bene alcuni de' cattivi effetti, che partorisce il soverchio profondamento del fiu-

me;

me; ma le cadute, in poco tempo, si ristabiliscono a misura della necessità dell'alveo. Solo, ad accrescere realmente le cadute, può contribuire la diversione dell'acque, o l'allargamento dell'alveo, quando possa mantenersi in tale stato.

Quale sia il grado di velocità, che può bastare per tenere sollevata la materia arenosa, nell'acqua; e quale, la materia semplicemente terrea, è difficile da determinarsi; Egli è ben' evidente, che * *il Pò, il quale nelle sue massime piene ha trentacinque piedi di altezza viva di acqua, non permette, che nel suo letto si faccia deposizione veruna*, sopra il fondo già stabilito: Che * *Reno*, e *Panaro*, *i quali non hanno, che nove, o dieci piedi di altezza, depongono l' arena, sino però a formarsi il pendio, rispetto a Reno, di tredici in quattordici oncie di caduta per miglio; ma non lasciano già la terra, ne meno l'arena sopra detta pendenza*. E' ancora probabile, che *l'arena medesima possa andare, col lungo corso de' fiumi*, così assottigliandosi, *che possa paragonarsi colla terra*; se pure l' una, e l' altra non sono una stessa sostanza, cioè l' una più semplice, l' altra più composta; ed in fatti si vede, che le arene del mare, le quali non sono altro, che le portativi dentro da' fiumi, sono sottilissime, e tanto più, quando provengono da' fiumi maggiori, e di corso più lungo; il che essendo vero, tanto minor forza addimanderebbero per non deporsi; sì come anche minore la richiede il limo sottile; e perciò pochi sono i fiumi, i quali lo depongano nel proprio letto, fuorchè in poca quantità, e per cause affatto accidentali.

* Ann. XIX.

* Annot. XX

Non è la sola agitazione dell' acqua quella, che concorre a tenere sollevate le arene; avendovi anche gran parte la copia delle medesime: Per intelligenza di ciò, si consideri, che, siccome il moto dell' aria può ben fare ascendere, e tenere sospesi i vapori, ma non in ogni quantità, che si trovino; e perciò è necessario, che cumulatane una gran copia, finalmente ricadano in pioggia; così l' acqua, mediante l' agitazione, che si trova avere, non può sostenere qualsivoglia quantità di parti più gravi di essa; ma devono essere limitate, non tanto dal grado, che dalla somma del moto, che si trova nella medesima; Quindi è, che il grado dell' agitazione corrisponde alla grossezza, o sottigliezza delle parti; e la somma del moto al numero, o quantità delle parti medesime. Può darsi perciò il caso, che il grado, o velocità dell' agitazione, non sia potente a sollevare, e sostenere un grano di arena; ma sminuzzato

zato

zato che sia, resti esso sospeso nell' acqua; non sarà però il medesimo grado valevole, a sostenere infinite granella della medesima misura; se non s' intenderanno essere dell' acqua infinite le parti, e per conseguenza infiniti gradi di moto, rispetto al numero, ogn' uno de' quali sostenga un grano di arena; Egli è perciò necessario, che il numero di questi sia limitato, e proporzionato alla somma del moto, che si trova in una certa quantità di acqua; o pure, se così dir vogliamo, in una sezione di un fiume.

E' facile assicurarsi di ciò coll' esperienza; poichè presa una quantità di acqua dentro di un vaso, ed agitata questa con un moto sempre uniforme (il che si può ottenere con diversi artificj) se a detta acqua sarà infusa della polvere, si vedrà, che sul principio si mischiarà ella con l' acqua, la quale perciò diverrà torbida: ma, se continueraffi ad aggiungere sempre altra quantità della polvere medesima, si vedrà, ch' essa non si mescolerà più con l' acqua; ma caderà al fondo del vaso, al che può concorrere, non solo la deficienza della quantità del moto necessario a sostenere la quantità della terra aggiunta; ma ancora la vicinanza delle parti medesime, che facilmente unendosi insieme, formino una mole più pesante, che richiede un grado d' agitazione maggiore, per essere tenuta sospesa nell' acqua. Per l' una, e per l' altra dunque delle suddette ragioni, egli è evidente, che, quantunque il grado del moto possa sostenere più parti di terra incorporate all' acqua; non potrà sostenere però tutta quella quantità, che a lui sarà somministrata; e perciò può darsi il caso, che in un fiume sia portata tanta quantità di terra, che l' acqua di esso non possa portarla via, se non in un tempo determinato: incidente, che porge motivo alla seguente proposizione, i supposti della quale, se bene di rado accaderanno, non sono però impossibili.

Proposizione Settima.

**SE ad un fiume sarà somministrata, v. g. da' torrenti influenti, tanta quantità di terra, o di arena, che non possa tutta incorporarsi con l' acqua di esso; si deporrà ella, ed alzerà il fondo; ma cessato l' influsso de' torrenti, la terra deposta sarà corrosa, e portata via dal corso del fiume: E se a far ciò, si richiederà più tempo, di quello intercede fra un' influsso, e l' altro de' torrenti, non potrà il fondo del fiume ridursi a quella minore declività, che addimanda la forza dell' acqua, e la resi-* *Ann. XII.

resistenza della materia, che compone il fondo; ma si stabilirà fra due termini, l'uno de' quali sarà quello, che compete alla massima corrosione, che può fare il fiume in detto tempo; l' altro sarà quello, che è limitato dal massimo alzamento, che può fare la materia portata in esso.

Io non stimo necessario il dimostrare, a parte, questa proposizione, potendo applicarsi ad essa proporzionalmente la prova *della Prop. VI. di questo Capitolo*, dalla quale non è in altro differente, che nel supposto della materia portata da' torrenti nel fiume; ed a questa proposizione possono applicarsi i corollarj, ed annotazioni fatte a quella. Solo si può avvertire, che tanto è più facile la corrosione della materia in questo caso, quanto essa non ha bisogno, per essere corrosa, di essere spinta radente il fondo del fiume; ma può incorporarsi all' acqua, la quale, se bene entrasse chiara nell' alveo del fiume; nulladimeno per tal corrosione s' intorbiderebbe; e perciò difficilmente verrà il caso, se non accidentalmente che nel tempo, che corre tra l' una piena, e l' altra de' torrenti, non sia compita la corrosione, e stabilito il fondo.

Questa proposizione ancora si verifica, in parte, in que' casi, ne' quali le piene de' fiumi, nel suo maggior colmo, fanno delle deposizioni, che poi sono levate, nel calare delle medesime; o in acqua ordinaria, cessando le cause, che hanno cooperato, a fare dette deposizioni; e perciò non bisogna maravigliarsi, se alle volte si vede un fiume basso corrodere l' arena, che tal' uno crederebbe, dovesse essere stata portata via; non deposta, dal fiume più alto; perchè * in alcuni luoghi si fanno, per cause accidentali, delle alluvioni nelle piene, che per altro non succederebbero fuori di esse; come a suo tempo si spiegherà.

* Ann. XXII.

Rispetto finalmente alle materie, che sono portate a galla dall' acqua, queste meritano poca considerazione: posciachè, se esse non s' uniscono col fondo, o con le ripe, si depongono nelle golene, o pure sono portate fino all' ultimo sbocco. Tal volta però, cessando l'acqua ne' fiumi temporanei, restano esse nel fondo, o nelle spiagge del fiume; ma sopravenendo nuov' acqua, di nuovo si alzano a galla, e seguitano il corso della medesima, sempre nella parte, che è più veloce, cioè nel filone; salvo che tal volta, secondo la loro diversa condizione, o si framischiano alle deposizioni terree, e servono ad accrescere la resistenza del fondo; o, se sono rami d' arbori, e capaci di farlo; s' abbarbicano, e radicano nel fon-

fondo, o nelle sponde, e talora lo fanno così stabilmente, che servendo d'un considerabile impedimento, mutano la direzione al corso dell'acqua, o scostandolo, o stringendolo contro una ripa. Lo stesso succede per cagione de' semi delle piante, che portati dall'acqua, e depositi in qualche luogo idoneo, nascono, e vegetano, o vestendo d'erba le sponde de' fiumi, e con le radiche sostentandole, che non dirupino; o imboscando le golene, e le scarpe delle ripe dell'alveo, e le spiagge medesime; cagionando con ciò diversi effetti, ora utili, ora nocivi. Rare volte però, e forse non mai, succede, che le materie gallegianti sopra l'acqua, alterino considerabilmente, e stabilmente la positura del fondo; abbenchè molte volte mutino la situazione delle ripe.

* Dalle cose fin' ora dette, concernenti le deposizioni delle materie portate dall'acqua, si potrebbero dedurre alcune altre proposizioni; ma queste ricaderebbero nelle dimostrate di sopra, in proposito dell'escavazione; poichè egli è evidente, che se si facessero deposizioni maggiori di quelle, che sono permesse dalle cause escavanti, comincerebbero queste ad operare; e tanto più facilmente, quanto che minor forza si ricerca per corrodere la materia deposta, come senza tenacità; che a staccare le parti d'un fondo antico, le quali rare volte saranno prive d'ogni legame colle vicine; e perciò torna lo stesso, o considerare il fiume stabilito per via di sola escavazione, senza alcuna deposizione; o pure per sola deposizione, senza alcuna escavazione; mentre nell'uno, e nell'altro caso, la forza dell'acqua tralascia di escavare, perchè la resistenza della materia, che compone il fondo, unita alla poca declività della di lui linea, la impedisce di ulteriormente operare.

*Ann. XXIII

Abbiamo fin' ora addotte le cause, che concorrono a stabilire la situazione del fondo; resta ora, per compimento di questo Capitolo, da determinare il principio, dal quale vien regolata la distanza delle di lui parti dal centro della terra; attesochè ponno due fiumi avere nel fondo una situazione affatto uniforme, sì nella lunghezza, che nella degradazione delle cadute; ancorchè le parti simili degli alvei dell'uno, e dell'altro, siano diversamente distanti dal centro della terra, come evidentemente dovrebbe succedere, se uno entrasse nel Mare, cadendo da una cateratta, chiusa, o sostegno; e l'altro entrasse placidamente, portando la sua superficie ad unirsi insensibilmente a quella del Mare. Questo caso assai bene

insegna, che l'altezza, o bassezza degli alvei de' fiumi, de' quali sia stabilita la linea cadente de' fondi, unicamente dipende dagli sbocchi, il fondo de' quali dee servire per base a tutta la parte superiore del fiume, disponendo sopra di esso tutte le linee, o declività, che competono a tutte le parti dell'alveo, fino alle fontane, dalle quali tirano l'origine i primi rivi. Se però il fiume non avrà il letto seguito, e continuato dal principio al fine, come se sarà interrotto, o da cateratte, o da laghi, paludi, e simili; si devono considerare queste, come il fine del fiume, ed assumere la parte superiore della cateratta, o la foce dell'immissario, come un nuovo sbocco, sul quale s'appoggi l'intera situazione delle parti superiori. Ma di ciò, più a lungo discorreremo nel Capitolo ottavo, siccome tratteremo più ampiamente della larghezza de' fiumi in altri luoghi, secondo che porterà l'occasione della materia.

ANNOTAZIONI
AL CAPO QUINTO.

ANNOTAZIONE I.

[*Al §. E' concetto*]

E' *Concetto quasi universale degli uomini, che i fiumi richiedano della caduta, acciò le acque possano correre, cioè che sia necessario, che il fondo del fiume sia inclinato all'orizzonte &c.*

Fa d'uopo nella presente materia distinguere la declività del fondo da quella della superficie, potendo l'una esser diversa dall'altra, e mancare per avventura o l'una, o l'altra, o amendue, come di mano in mano si vedrà. Si dee ancora avvertire, che le declività si debbono intendere rispetto ad una linea o superficie concentrica alla terra, e per conseguenza curva (comecchè in piccole distanze sensibilmente retta) e non rispetto, a ciò che i geografi chiamano orizzonte fisico, che è un piano, o una retta tangente la detta curvità, per le quali rette si traguarda cogli strumenti da livellare. Gli alvei de' fiumi anno bisogno di abbassarsi sotto questa visuale (secondo, che deduco dalle misure rilevate nell'eccellente opera del Signor Jacopo Cassini della grandezza della terra) once 8, e mezzo in circa per miglio in misure Bolognesi, ad effetto non già di esser declivi, ma di non essere acclivi, perciocchè tanto appunto si alza la visuale del livello sopra la superficie del mare nel detto spazio, onde quando abbiano tale inclinazione saranno precisamente orizzontali, e avendone di più allora solo saranno declivi. Il confondere questi termini può dar luogo a gravissimi abbagli.

ANNOTAZIONE II.

(Alla dimostrazione della prop. 2.)

B*Asta, che la superficie della posteriore sia più alta di quella dell'anteriore, abbenchè la differenza sia insensibile.*

Questa condizione non si dee prender per regola universale in tutti i canali di fon-

fondo orizzontale, potendosi dire molti così, che essi abbiano anco la superficie orizzontale, come l'Autore avverte poco dopo nel § *Ciò è vero*, ma si vuol ristrignere a' suppositi di questa proposizione, cioè, che sopra il fondo AB (*Fig.* 15.) intestato dalla parte di A venga versata dell'acqua, la quale entro lo stesso canale si accumuli a qualche altezza GH; anzi per quanto a me sembra ne pure è necessaria in tal caso l'altra condizione, che entro il canale rigurgiti l'acqua del mare, parendomi, che la dimostrazione, che egli adduce abbia luogo ancorchè il fondo del canale fosse superiore alla superficie del mare, o d'altro recipiente. Non così farebbe ove l'acqua si facesse passare per qualche sezione del canale orizzontale sotto una altezza limitata, e permanente, come tra poco vedremo. Colla medesima restrizione si vuol' intendere ciò, che si aggiugne appresso nel corollario 2, cioè, che quanto maggiore è il corpo d'acqua, che dee passare per lo canale orizzontale, tanto maggiore sia la declività della superficie.

ANNOTAZIONE III.

[Dopo il Corollario 2. prop. 1. § *Ciò è vero*]

MA *se il fondo AB* (Fig. 16) *fosse nella stessa linea orizzontale con BD, e più alto, allora avrebbe luogo ciò, che da noi è stato dimostrato al corollario primo proposizione prima del libro 3. della misura delle acque correnti, cioè, che la superficie dell' acqua, la quale scorre per li canali orizzontali, dee sempre essere parallela al fondo di essi.*

Il divario tra' canali orizzontali di fondo più basso, e quelli di fondo più alto, o eguale alla superficie del recipiente, cioè, che i primi abbiano la superficie inclinata, e gli altri parallela al fondo non sembra, che universalmente sia vero, come già in parte si è mostrato nella nota precedente; e a maggior dilucidazione di tutta questa materia de' fiumi orizzontali, intorno alla quale molti sono restati con qualche dubbietà, giova, che di nuovo sopra ciò alquanto ci tratteniamo, stando sempre sulle ipotesi dall' Autore stabilite nel precedente capo.

Intendasi il lago inesausto CBAD (*Fig.* 61) cioè a dire tale, che la sua superficie CB sempre si mantenga allo stesso orizzonte, o sia per la sua smisurata ampiezza in proporzione dell' emissario BA, che le si suppone addattato, o sia perchè ad ogni momento tanto venga rialzata con nuova acqua, quanto si abbasserebbe per quella, che ne viene estratta. Sotto la superficie CB sia applicato al lago il fondo orizzontale AG di un canale d' uniforme larghezza, e di sponde rette, alte al pari della detta superficie, il quale abbia l'esito in G libero da ogni ristagno d' altr' acqua, e stendasi quella del lago entro del canale fino alla sezione dello sbocco GO, trattenuta ivi in equilibrio da una cateratta apposta alla detta sezione, la quale venga poi alzata ad un tratto fino sopra la superficie CBO. Comincerà dunque ad un tempo stesso ciascuna parte dell' acqua, che si affaccia alla sezione GO di sotto al punto O ad uscir fuori secondo una direzione parallela al piano delle sponde, alla quale viene determinata dalle sponde medesime XY, che si vogliono supporre perfettamente spianate, e continuate qualche tratto oltre lo sbocco GO nella medesima altezza, e nel medesimo piano; e la detta direzione di ciascuna parte dell' acqua, che esce non potrà per quel primo istante essere, che orizzontale, impedendo l' acqua, che rade il fondo, che quella, che immediatamente le è sopra, non discenda nel luogo di essa, e questa altresì ostando alla discesa dell' altra più alta, e così di mano in mano tutte le altre, onde prenderanno tutte quel grado di velocità orizzontale, che è dovuto alla pressione di ciascuna. Ma perchè alla parte G, che scorre sul fondo mancherà subito l' appoggio di questo, e con ciò mancherà alle altre superiori il sostegno delle inferiori, che le reggevano comincieranno altresì tutte a discendere col momento della propria gravità, onde fuori del canale cangerà ciascuna la sua direzione, e tutta l' acqua formerà una cascata, la quale (posto, che al canale AG ne fosse continuato un' altro perpendicolare GV dell' istessa larghezza) dovrebbe di-

sporsi in un piano OT tirato per lo punto della superficie O, essendo GT due terzi di GO; come l'Autore ha mostrato nel corollario 1., e 2. della proposizione 5. del libro 5. delle acque correnti. Ma frattanto è forza, che le parti dell'acqua contenute entro il canale BG, al primo uscire, che anno fatto quelle, che si affacciano alla sezione GO, si siano avanzate anch'esse verso la detta sezione, ciascuna con quella velocità, e direzione, con cui è uscita quella parte, che si presentò alla sezione GO nel medesimo filo orizzontale d'acqua; non potendosi pensare nè, che alcuna parte si mova obbliquamente, attesa l'uniforme larghezza del canale, nè che le anteriori si discontinuino dalle susseguenti, nè che le superiori scendano nel luogo delle inferiori, imperocchè sebbene queste sono più veloci di quelle, tuttavia essendo tutte quelle, che radono il fondo egualmente veloci, cioè tutte in quel grado, che conviene alla pressione, che soffrono, non ponno con lo scostarsi una dall'altra dar luogo alle superiori, nè queste per una simil ragione ponno concederlo alle altre più alte. Correrà dunque tutta l'acqua del canale di sotto alla superficie BO verso lo sbocco GO. Ma quanto alle parti infinitamente piccole, che costituiscono la detta superficie, non essendovi alcuna pressione, nè altra forza, che le obblighi a moversi, e volendosi di nuovo metter'a parte ogni aderenza, viscosità, o attrazione, che dir si debba, si staranno immobili, e tali sempre si manterranno. E sebbene si dee supporre, che la parte infinitamente piccola O, che è alla superficie dello sbocco, al cadere delle altre inferiori della sezione GO cada anch'essa, e che nel luogo da lei lasciato vadano succedendo le altre del filo d'acqua BO, tuttavia non potendo ella nel principio della sua discesa concepire che quella velocità infinitamente piccola, che conviene nel primo istante ad un corpo, che cada dalla quiete, anco il moto delle altre, che succederanno nel luogo di O, si farà con velocità infinitamente piccola, onde la superficie BO sarà da considerare come senza alcun moto. Sarà dunque la superficie tutta del canale orizzontale, ed immobile. Nè si può dubitare, che non sia permanente, cioè, che essa si abbassi entro il canale; imperocchè non potendosi per la supposizione abbassare quella del lago CB, egli è evidente, che il lago sarà per tramandarne sempre per l'emissario BA quantità eguale in tempi eguali, onde il corso del canale rimarrà sempre nel medesimo stato. Dunque sarà il canale BG corrente, con superficie orizzontale, immobile, e permanente. A questi canali, che ponno chiamarsi perfettamente orizzontali si applica ciò, che l'Autore ha dimostrato ne' libri 3. 5. 6. della misura delle acque correnti.

E' da avvertire, che se la cateratta non fosse stata apposta precisamente allo sbocco del canale, ma ad altra sezione di esso come MN [*Fig.* 63.] più vicina all'emissario BA, o pure nell'emissario stesso, ritenendo tutte le altre circostanze del caso precedente la parte BM della superficie tra l'emissario, e la cateratta dovrebbe come prima essere orizzontale, ed immobile, ma dalla cateratta andando verso lo sbocco la superficie dovrebbe inclinarsi prendendo [come è facile il dimostrare, supposte coll'Autore le velocità in ragione dimezzata delle altezze] le figure paraboliche MV, MR, MG di mano in mano più ampie, se pure superficie può chiamarsi il termine de' viaggi sincroni delle diverse parti dell'acqua, che andrebbe passando per la sezione MN; nè potrebbe giammai la superficie intesa in questo senso arrivare a farsi permanente, e orizzontale in MO, avvegnacchè quando lo sbocco G s'intendesse indefinitamente lontano, e la superficie si supponesse già arrivata a passare per G, si potrebbe stimare fisicamente orizzontale, come l'Autore ha avvertito nel fine di questo § *Ciò è vero*.

Abbiamo supposto finora il canale orizzontale senza ristagno, o rigurgito d'altr' acqua, in cui egli vada a sboccare, ma se io non erro il medesimo effetto di mantenere la superficie orizzontale, ed immobile può succedere quand'anco la superficie del recipiente sia allo stesso livello, che quello della vasca, onde esce il canale, purchè il detto recipiente abbia un esito, mercè cui si mantenga sempre allo stesso orizzonte. Come se dalla vasca inesausta BC (*Fig.* 64.)

uscisse il canale orizzontale CD, il quale avesse sbocco nel lago DEF, e questo lago di nuovo si scaricasse per un'altro canale orizzontale FG, col fondo FG a livello del primo, e nella stessa direzione, e in lunghezza eguale col medesimo, allora intendendosi apposta a quest'ultimo una cateratta GH, onde l'acqua d'amendue i canali, e di amendue i laghi fosse continuata in una sola superficie stagnante AH, se tutta ad un tratto si aprisse la cateratta, parmi, che l'acqua per fino dall'emissario IC della vasca BC fosse per prender corso per CDEFG, come sarebbe per un solo canale continuato, potendosi il lago di mezzo riguardare come una dilatazione, o un gorgo del fondo CDFG, che non torrebbe la continuazione al corso dell'acqua per mezzo di esso, facendole quasi letto, e sponde (ove si voglia metter sempre da parte ogni irregolarità fisica, e supporre propagarsi il moto da un capo all'altro del fluido in un tempo minimo) onde il canale CD sarà corrente, e pure sempre manterrà la superficie orizzontale, ed immobile, benchè a livello di quella del suo recipiente DEF. Egli è tuttavia da avvertire, che se anco il lago di mezzo DEF fosse inesausto, nel senso spiegato sul principio di questa annotazione, allora l'acqua BC non potrebbe correre verso DF non più, che questa verso BC, ma amendue starebbero in equilibrio, e il solo canale FG sarebbe corrente. Imperocchè quando il lago DEF possa abbassarsi, trovando l'acqua aperto l'esito per FG si abbassa per una quantità infinitamente piccola, e tale abbassamento vien subito riparato da altrettanto alzamento per mezzo del canale CD; ma quando DEF sia inesausto, uscendo l'acqua di esso per FG non si abbassa punto, ne si mette in moto entro il lago, onde resiste a quella del canale CD, e della vasca CB, ne la lascia in libertà di scorrere.

Resta da considerare un'altro caso, nel quale mostreremo potere un canale orizzontale correre con superficie orizzontale, e permanente in un medesimo stato, ma tuttavia mobile. Immaginiamo di nuovo il vaso inesausto DAE [Fig. 65] nel quale in vece che l'emissario sia aperto di sopra fino alla superficie dell'acqua CE, sia solamente nella sponda sotto la superficie una luce rettangola AB, e al fondo di essa applicato il canale orizzontale AG, dell'istessa altezza, e larghezza della luce, e per tutto uniforme, coll'esito parimente libero in G. Allora rimossa ad un tratto la cateratta, che chiudeva la luce, non vi ha dubbio, che tutte le parti dell'acqua, che a questa si affacceranno, saranno determinate a scorrere con direzioni orizzontali, ciascuna con quella velocità, che conviene alla pressione, che essa riceve dall'acqua superiore, e però anco la superficie scorrerà orizzontalmente colla velocità dovuta alla pressione EB; onde preso qualsivoglia tempo dopo l'apertura della luce, v. g. quello, in cui quel filo d'acqua, che scorre radente il fondo sarà arrivato in Z, se col vertice E intorno all'asse AE si descriverà per Z la parabola EXZ, che tagli l'orizzontale BX in X, è manifesto, che quella parte d'acqua, che uscì dalla sommità della luce B, in capo al tempo predetto sarà giunta in X, dovendo gli spazj sincroni AZ, BX essere come le velocità; le quali si suppongono come le radici delle altezze AE, BE, cioè come le ordinate alla parabola AZ, BX; e lo stesso dovendo seguire in ogni altro tempo, a cui corrisponda ogni altra parabola similmente descritta, come EPG, è manifesto, che la superficie BXP sarà orizzontale, corrente, e permanente in un medesimo stato, e solo sarà inclinata quella parte di superficie, se tale può dirsi, che per ciascun tempo si troverà oltre l'intersecazione dell'orizzontale BP colla parabola corrispondente a quel tempo, come XZ, PG. Si potrebbe qui ancora figurare la cateratta apposta non già alla luce AB, ma ad altra sezione del canale, ma in tal caso converrebbe supporlo chiuso per di sopra con coperchio, che poi si togliesse all'alzare della cateratta. Sotto questo caso (intorno a cui non può cader dubbio) è compreso anche il primo, cioè quando l'altezza BE sia nulla, e le parabole passino per lo punto B, e in esso abbiano il vertice, essendo la cateratta apposta allo stesso emissario, e allora la velocità della superficie dee trovarsi nulla, appunto come l'abbiamo trovata.

Final-

Finalmente se ritenendo la superficie del vaso in CE, e tutte le altre supposizioni di quest'ultimo caso, si intenderà essere lo sbocco, e il fondo del canale sommerso sotto il livello di un recipiente stagnante, e chiuso d'ogni intorno FH, il qual livello sia HFI, non più alto della superficie CE (altrimente il recipiente correrebbe all'indietro per lo canale, ed entrerebbe nel vaso DAE) è manifesto, che ciò non ostante prevalendo la pressione dell'acqua del vaso a quella dell'acqua del detto recipiente, il canale dovrebbe correre verso il suo sbocco, nè la superficie di esso lascerebbe d'essere orizzontale (facendo astrazione dalla cascata d'acqua, che dovrebbe seguir'allo sbocco ove il livello HFI fosse più basso di BO) perciocchè essendo tutte le sezioni di esso sempre egualmente impedite dalla resistenza del recipiente (purchè questo per l'ingresso dell'acqua stessa del canale non si potesse rialzare di superficie) niuna diminuzione di velocità, e per conseguenza niuno accrescimento d'altezza può succeder nell'una, che non succeda egualmente nell'altra. Ne seguirebbe bensì, che minor quantità d'acqua uscisse per la luce impedita di quella, che uscirebbe per la medesima luce libera; ma supponendosi, che per tutto ciò la superficie CE non possa rialzarsi attesa la immensa sua proporzione all'ampiezza della luce AB, rimarrebbe sempre il canale nel medesimo stato, e con superficie permanente; la quale, ove il livello del recipiente non fosse più alto della sommità della luce B, dovrebbe vedersi movere verso lo sbocco, benchè con velocità minore di prima.

Se il discorso finora fatto ne' varj casi considerati sussiste in ogni sua parte (non affidandomi io di non prender qualche abbaglio in una materia sì difficile, e nella quale molti dottissimi uomini si sono arrestati) si ponno spiegare le diversità, che si trovano in simili canali colle osservazioni, vedendosi in fatti la loro superficie talvolta inclinata, talvolta orizzontale, ma corrente con notabile velocità, e tal'altra quasi immobile, giacchè immobile affatto non può essere in pratica, nè pure nelle ipotesi del nostro Autore, attesa l'aderenza, o viscosità, che egli riconosce nelle parti dell'acqua.

E' da avvertire, che tutto ciò, che nella presente nota si è detto in ordine alle velocità (posto lo sbocco del canale libero) potrebbe ancor aver luogo quando esse nell'ingresso de' canali, e nel corso di essi non fossero quelle medesime, che corrisponderebbero a pari altezza nelle libere uscite dell'acqua da fori delle sponde de' vasi (secondo il sospetto indicatone nell'annotazione XI del capo 4, ed altrove) purchè non fossero diverse fra loro in ciascuna delle sezioni, nelle quali l'altezza fosse eguale, e purchè in tutte serbassero la ragione dimezzata delle altezze.

ANNOTAZIONE IV.

[Dopo il coroll. 1. prop. 1. § *quanto sia erroneo*].

D*Al che evidentemente apparisce, che la caduta non tanto è cagione della velocità de' fiumi, quanto effetto della medesima, essendo comune osservazione, che i fiumi molto veloci si profondano l'alveo, e con ciò scemano le cadute, e i tardi di moto, se corrono torbidi s'interrirscono i letti, e con ciò accrescono le declività de' loro fondi.*

Per togliere ogni equivoco si vuol'avvertire non negarsi quì dall'Autore, che quella velocità, che si trova aver'il fiume in qualsivoglia sezione del suo alveo, non riconosca le più volte come sua cagione o totale, o parziale la caduta, cioè la discesa del fiume dalla sua origine fino a quel punto dell'alveo (ciò, che egli stesso ha insegnato nel capo precedente) ma solo pretendersi, che il mantener, che fa il fiume in quel sito una tal pendenza, o inclinazione d'alveo senza accrescerla nè sminuirla, ove si tratti di fiumi atti a farsi eglino stessi, e rassettarsi il letto colle proprie forze, o per escavazione, o per interrimento, sia piuttosto effetto, che cagione della detta velocità, la quale non sia nè soverchia per poterlo escavare, nè scarsa per doverlo interrire. E perchè l'alveo d'un fiume tanto meno ha di pendenza, quanto è più cavo, e tanto ne ha di più

quan-

quanto più è alto (dovendosi considerar quì lo sbocco come un punto fisso, a cui l'alveo dee terminare, e che in fatti non è soggetto a mutazione in profondità, che sia di molto momento, ove il recipiente sia inalterabile, come vedrassi nell'annotazione prima del capo 8) ne segue, che a maggior velocità come atta a produrre o maggior escavazione, o minore alzamento, risponderebbe minor pendenza, e al contrario maggior pendenza andrebbe congiunta con minore velocità. E in tal senso si verifica, che al profondarsi degli alvei scemino le cadute, cioè le pendenze, e all' interrirsi si accrescano le declività; i quali effetti come si producano dalla natura si spiega a lungo in questo capo.

E giova quì di passaggio osservare, che l'Autore spesse volte in quest' opera si serve de' vocaboli di caduta, e di declività come sinonimi (ed altri ancora così anno fatto) comecchè propriamente favellando queste voci pajano istituite a significar cose alquanto diverse. *Caduta* d' un termine sopra un' altro è la differenza delle loro altezze, o sia della loro distanza dal centro comune de' gravi, e dicesi ancora di due termini fra loro sconnessi. Così diremo a cagion d' esempio, che la cima del tal monte ha tante braccia di caduta sopra la superficie del mare. Laddove *declività* [o vogliasi dire *declivo*, *pendenza*, *pendio*, *inclinazione*] non tanto si fa consistere nella differenza delle altezze di due punti, quanto nel rapporto di tal differenza alla distanza orizzontale di essi, i quali si vogliono intender connessi con qualche linea, o piano inclinato (e tal rapporto è quello del sino dell'angolo dell'inclinazione al sino del suo compimento) a cagion d'esempio quando si tratti di due punti d' un medesimo fondo, o d' una medesima superficie d'un canale, che si estenda dall' uno all'altro, anzi più propriamente dicesi dello stesso piano, che de' due termini di esso. E perciò se a cagion d'esempio il fondo d' un fiume si unisse col fondo di un' altro, e quel primo in un punto distante un miglio di sopra all' unione si trovasse di livello col secondo preso in un punto distante due miglia sopra alla medesima, le cadute di que' due punti degli alvei sopra il termine comune della confluenza sarebbero eguali, ma le pendenze non si dovrebbero dire eguali, mentre il primo fiume tanto alzerebbe in un miglio, quanto l'altro in due miglia, cioè il doppio più del secondo in egual tratto, e le linee inclinate di quegli alvei (le quali si sogliono a' tempi nostri chiamare le *cadenti de' fondi*, dicendosi all' istessa maniera *cadente del pelo d'acqua*, *degli argini*, *delle campagne &c.*) Avrebbero pendenza l'una doppia dell' altra.

Si è detto poc'anzi, che a maggior velocità del fiume risponderebbe minor pendenza; la qual cosa, acciocchè non paja contraria a quello, che si disse nel capo precedente (cioè, che ove la pendenza è minore si rallenta il moto, e scema la velocità) basta considerare, che altra è la velocità, con cui il fiume si forma l'alveo, e induce in esso una qualche pendenza, altra quella, che poscia egli serba dopo di aver compito cotesto effetto. Il fiume escavando perde di velocità, appunto perchè comincia a scorrere sopra quella pendenza più dolce, che egli si è fatta, e quando tanto ne ha perduto da pareggiar la sua forza, che intanto scema, colla resistenza delle parti dell' alveo, che intanto cresce, cessa l' escavazione, e il fiume resta con quella velocità, e con quella pendenza, che insieme si equilibrano. Al contrario interrendo aumenta la velocità, perchè scorre sopra quella pendenza più ripida, che si è acquistata; e quando tale acquisto ne ha fatto da uguagliare la sua forza di portar via le torbide, la qual forza frattanto si aumenta, colla resistenza di queste all' esser spinte avanti, la qual resistenza frattanto si sminuisce, ha termine l' interrimento, e il fiume serba quella velocità, e quella inclinazione, in cui la forza, e la resistenza si sono eguagliate. Ma sopra ciò per ben' intendere come si ottenga tale equilibrio basta leggere attentamente le parole dell' Autore in questo §, e ne' seguenti fino alla seconda proposizione.

Solamente, affinchè non resti alcuno scrupolo in questa sì difficil materia si vuol notare in oltre non esser' impossibile, anzi necessario, che il fiume nell' escavarsi il letto perda di velocità, e ne acquisti nell'

interrarlo, benchè nel primo caso abbia dovuto fare maggior discesa, e nel secondo abbia dovuto tornare ad alzarsi. Imperocchè già nel capo antecedente si è veduto, che i fiumi a cagione delle grandi resistenze, che incontrano presso si riducono in istato di non accelerarsi punto nella discesa, onde in tale stato per più, o meno, che siano scesi niente guadagnano, o perdono di velocità. Bensì perdono molto allo sminuire della pendenza, e molto riacquistano al crescer di essa, perocchè la minor pendenza non soffre, che mantengano ne pure quella velocità equabile, che avevano acquistata nella maggiore; e all' incontro la maggiore può rimetterli in parte in un grado di velocità, che la minore non comporterebbe, come si è avvertito nel capo precedente, e nelle sue annotazioni.

Se per qualche accidental cagione si dasse caso d' interrimento del fiume nello sbocco, o nelle parti inferiori, e non nelle superiori, allora non sarebbe vero, che l' interrimento accrescesse la pendenza rispetto al tratto superiore, anzi la sminuirebbe; e al contrario quando nell' inferiore, e non nel superiore seguisse escavazione, la pendenza al di sopra sarebbe accresciuta, e non già scemata. Ma questi non sono di quegli effetti, che si considerano in questo capo, nel quale si dee sempre supporre come fisso il termine inferiore.

ANNOTAZIONE V.

[Dopo il corollario 1. proposizione 1. § *Perchè ciò resti*]

T*Anto i fondi quanto le larghezze degli alvei vengono ad esser determinate dalla natura.*

Cioè la natura per ciascun fiume, anzi per ciascun tratto di fiume esige una tal larghezza, e una tal pendenza (diversa tuttavia in diversi fiumi, e in diversi tratti del medesimo fiume, e dipendente dalle condizioni degli alvei, delle acque, e delle materie, che portano) la quale finchè non si ottenga colle escavazioni, o cogli interrimenti, nè la pendenza, nè la larghezza sarà permanente, ma si andrà o scemando, o aumentando mai sempre.

ANNOTAZIONE VI.

(Al medesimo §. *Perchè ciò resti*)

L'*Esperienza dimostra, che in un fiume stabilito di fondo .... e parimente stabilito di larghezza. ... se nel di lui alveo si faranno coll' arte nuove escavazioni, ben presto, essendo l' acqua torbida, le riempirà, formandosi nuovi dossi ben presto gli escaverà &c.*

Chiama egli fiumi *stabiliti di fondo* quelli, che anno acquistata quella tale declività, che naturalmente esige la loro condizione, e *stabiliti in larghezza* quelli, che parimente tanta se ne sono presa quanta la natura per essi ne addomanda. Nel che è da avvertire non poter giammai un fiume arrivare a perfettamente stabilirsi nell' una di coteste due misure senza che si stabilisca eziandio nell' altra, come facilmente si intende sol che si rifletta, che da amendue congiuntamente dipendono (almeno in gran parte) tanto quell' ultimo grado di velocità, quanto quel limite di resistenza, nell' equilibrio de' quali consiste lo stabilimento del fiume.

Potrebbe alcuno dubitare se si diano in natura fiumi perfettamente stabiliti, a riguardo del perpetuo rialzamento, che dee succedere de' loro sbocchi nel mare, posto che il mare (come non senza fondamento da qualcheduno è stato creduto) si vada egli sensibilmente alzando di superficie. Tuttavia siccome una tale elevazione, se pur sussiste, prima di manifestarsi al senso non richiede meno, che il corso di qualche secolo, non si può fare errore sensibile riguardando per qualche tempo come stabiliti di fondo que' fiumi, ne' quali non concorra altra cagione di cangiamento, che l' alterarsi della superficie nel mare.

Come poi in pratica possa aversi indicio se un fiume sia stabilito di fondo veggasi nell' annotaz. 3 del capo 14.

ANNOTAZIONE VII.

(Al §. *Ciò premesso*)

I*A violenza del corso dell' acqua non sempre è effetto della declività dell' alveo, come sinora è stato creduto, ma la declività dell'alveo è bensì sempre effetto della violenza del corso dell' acqua.*

Cioè a dire l'aver l'alveo quella tale declività più, che un' altra è effetto della violenza, che ebbe il corso dell' acqua per renderlo sì poco declive a forza di escavarlo; dopo di che scemata la velocità, ed accresciuta la resistenza del terreno ad esser roso (effetti amendue della pendenza diminuita) si è fatto l' equilibrio delle forze, e il fondo si è stabilito. Vedi sopra l'annotazione 4. di questo capo.

ANNOTAZIONE VIII.

(Al corollario 5. della prop. prima.)

Q*Ue' fiumi, che conservano mai sempre il medesimo corpo d' acqua devono aver il fondo in una linea sensibilmente retta, se si parli di piccole distanze, ma .... in grandi distanze in una spirale, le cui tangenti facciano sempre angoli eguali colle perpendicolari tirate dal centro della terra.*

Affinchè si verifichi il presente corollario, come pure il 9. di questa proposizione, parmi che convenga aggiugnere una condizione, cioè quella della larghezza uniforme delle sezioni per tutto quel tratto, per cui si mantiene il medesimo corpo d' acqua, essendo ciò necessario per avere quell' uniforme velocità, da cui dipende il mantenersi la rettitudine della cadente del fondo.

La linea spirale, di cui egli parla, e che fa angoli eguali con tutte le perpendicolari, cioè con tutte le rette tirate dal centro della terra, necessariamente nasce dall' uniformità della pendenza, mentre nelle grandi distanze, ove una linea veramente orizzontale sensibilmente è curva, cioè è un' arco di circolo, conviene, che una linea egualmente inclinata all' orizzonte diventi la spirale predetta.

ANNOTAZIONE IX.

(Al corollario primo della prop. 5.)

I*N que' siti, ne' quali il fondo è arenoso, le cadute sono maggiori, che in quelli, ne' quali il fondo è composto di puro limo, o belletta senza tenacità.*

La condizione quì aggiunta *senza tenacità* era necessaria, affinchè il caso del limo fosse compreso ne' supposti di questa quinta proposizione, nella quale si figurano le parti del fondo staccate, e non in quelli dell'antecedente, ove si supponevano avere aderenza fra loro, e col fondo del fiume. Per altro se il limo fosse così tenace, che potesse riputarsi della natura delle creta, o del tivarro, allora potrebbe resistere a maggior declività di quella, che soffrirebbe un fondo di pura sabbia, secondo le cose dette al corollario primo della proposizione antecedente.

ANNOTAZIONE X.

(Al corollario 2. della proposiz. 5.)

A*Llora il fondo sarà più pendente, quando la figura delle parti, che lo compongono, sarà più difficile a moversi, ed a scorrere sopra le altre.*

Nella prima edizione del libro era quì occorso un'abbaglio, leggendosi *più facile*, quando dee stare *più difficile*, come abbiamo emendato, e come egli medesimo avvertì nell' *errata* della detta edizione.

ANNOTAZIONE XI.

(Al corollario 3. della proposizione 5.)

O*Sservandosi regolarmente, che detti sassi sono più grossi nelle parti più alte vicino alle fontane .... ne segue, che la linea del fondo ... debba disporsi in una curva concava &c.*

Ancorchè in questa proposizione 5. l'Autore avesse solamente preso a trattare di quella diversità, che nelle pendenze de' fiumi può nascere dal diverso peso specifico delle parti, che compongono i fondi, sopra quali scorrono, nulladimeno nel pre-

sente corollario egli passa a considerare piuttosto il peso assoluto, che lo specifico, il che non osta tuttavia alla verità di ciò, che poi si conchiude; attesochè consistendo la difficultà di fare sdrucciolare un corpo grave v. g. un sasso sopra un piano declive nel dover' egli sormontar que' risalti, che rendono il fondo aspro, ed ineguale, è manifesto, che posta una medesima asprezza, e una medesima figura sferica, quella forza d'acqua, che basta a fare, che un sasso di mole determinata scorra sopra quel fondo, potrà non esser bastevole a farvi scorrere un sasso di maggior mole, e dell'istessa materia, e per conseguente di maggior peso assoluto; e a volere, che basti si richiederà nel piano una declività maggiore, onde il sasso meno abbia ad alzarsi rispetto all' orizzonte per vincere le scabrosità. E sebbene ne' fiumi al sasso di maggior mole è anco applicata maggior forza, a riguardo di esser'egli investito, e spinto da maggior quantità d'acqua, si dee tuttavolta considerare, che l'aumento della forza, che ha l'acqua sopra i sassi (posta la velocità eguale in tutte le parti dell'acqua, che radono il fondo) non va, che in proporzione della superficie de' sassi, cioè de' quadrati de' loro diametri, laddove l'aumento del peso, che si tratta d'alzare è in ragione delle solidità, cioè de' cubi de'loro diametri; e perciò sempre è vero, che a'sassi più grossi si richiede in un medesimo fiume maggior declivo per supplire al difetto della forza dell'acqua, onde segue, che la linea curva del fondo del fiume debba esser concava dalla parte di sopra, come si conchiude in questo corollario.

In ordine poi alla natura della curva, in cui si debbono disporre gli alvei de' fiumi formati per escavazione, de' quali si tratta, risulta dalle cose dette dover'ella esser tale, che in ogni suo punto equilibri colla propria resistenza alla corrosione la forza dell'acqua, che scorrendo per l'alveo tenta di corroderlo, mentre allora solo cesserà questa di escavare quando le declività di mano in mano saranno disposte in maniera da pareggiare colla resistenza, che è variabile dipendentemente dalle stesse declività, la detta forza, variabile anch'essa dipendentemente, e da esse, e dalla difesa fatta, e dalle larghezze, che di mano in mano prenderà l'alveo; e perciò la ricerca geometrica di tal curvità parmi molto astrusa, e che per venirne a capo sia indispensabile stabilir prima delle ipotesi almeno verisimili in ordine alla dipendenza, o rapporto tanto delle resistenze, quanto delle velocità colle declività del piano, le quali leggi lascio a'più profondi geometri il ricercare. Avvertirò solamente, che quando in generale si trovasse la natura di tal curva, per determinarne poi i punti in ciascun caso particolare, data che fosse l'origine, e lo sbocco del fiume colla positura del piano di mezzo, sarebbe d'uopo ridurre a misura la tenacità speciale di quel terreno per cui l'alveo dovesse passare, caso che si dovessero staccare le parti della terra per formarlo, o pure il peso, la mole, e la figura de' sassi, caso che si dovesse esercitar la forza dell'acqua solamente sopra parti staccate spingendole avanti; i quali dati, parmi che sarebbero troppo difficili ad accertarsi.

ANNOTAZIONE XII.

(Dopo il corollario 5. della proposizione 5. § *Tutto l'esposto*)

Gli scoli delle campagne soliti a portar per lo più acque chiare si conservano lungo tempo senza interrirsi, ma entrandovi acque torbide, abbenchè in molta quantità, come succede nelle rotte de' fiumi, in poco tempo si riempiono di terra.

La ragione di tal' interrimento si adduce dall' Autore nel capo XI al § *Ritornando*, e consiste nella troppo scarsa declività, che loro suol darsi nell' escavarne il letto, come ivi si può vedere.

ANNOTAZIONE XIII.

[Al § *Sminuendosi dunque*]

Ne' fiumi, che corrono in ghiara succedono continue escavazioni ... e ripienzioni.

Per escavazione s' intende quì non già il distaccamento delle parti salde del fondo, su cui posano le ghiaje, ma il trasporto delle

delle medesime ghiaje al tratto inferiore, (che forse più propriamente direbbesi espurgazione, o disgombramento) siccome per replezione s'intende il succeder, che fanno altre ghiaje nel luogo lasciato da quelle, e questi due effetti sono quelli, che fra loro si attemperano per tal modo, che il letto venga a stabilirsi in quella pendenza, che gli è necessaria. Ove poi per cagioni accidentali tal pendio venisse a sconcertarsi, se egli fosse scemato si poserebbero stabilmente sul letto altri sassi fino a restituirgli la primiera inclinazione, servendo essi di letto a quelli, che vi scenderebbero per l'avvenire; e se si fosse aumentato, allora si distaccherebbono dal fondo quelli, de' quali saldamente era lastricato fino al detto segno, e non più oltre. Tali escavazioni, e replezioni, che si chiamano continue, non debbono però esserlo se non per quel tempo, in cui l'acqua ha forza bastevole a spignere le dette materie, che posano sopra il fondo. *il che [illegible] in tempo delle piene.*

ANNOTAZIONE XIV.

(Al § *E quì cade in acconcio*)

U*N caso possibile a succeder ne' fiumi, che corrono in ghiaja.*

E' da avvertire, che l'Autore poco dopo, cioè nel corollario 6. della prop. 6. vuole, che sotto questo caso si comprendano eziandio tutti que' fiumi, che anno il fondo composto di parti staccate fra loro, cioè *sassi*, *ghiaja*, ed *arena*; e in fatti la dimostrazione, che ne adduce si può applicare non meno alle sabbie grosse, che ad altre più grevi materie, che si depongan sul letto senza attaccarvisi.

ANNOTAZIONE XV.

(Alla dimostrazione della prop. 6)

S*Ia il fondo AB quello, che a riguardo della forza dell' acqua, e della condizione della materia &c. si chiama stabilito.*

Cioè a dire sia quello, che la natura esige per quel tal fiume, e che attese le dette circostanze si stabilirebbe se ella avesse tempo bastante a stabilirlo, prima che nel fiume fosse portata nuova materia agli interrimenti.

ANNOTAZIONE XVI.

[Al coroll. 4. della prop. 6.]

Q*Uanto maggiore di corpo sarà l' acqua ordinaria del fiume sarà ancora tanto meno declive l' alveo.*

Da ciò si deduce non essere per sentimento dell'Autore limitato il tempo, in cui la forza dell' acqua è capace di spignere le materie sciolte, e staccate, che stanno sul letto, al solo stato delle massime escrescenze del fiume, ma potersi tal'effetto aspettare in qualche grado anco nello stato ordinario dell' acqua; e con ragione, potendo in tale stato rimanere ad essa tanto di forza, che equivaglia a quella delle piene di un'altro fiume, poste eguali tutte le circostanze, che debbono concorrere al detto effetto. E quindi anco si può inferire, che in tale supposizione un fiume perenne sarà sempre meno declive d'un temporaneo, ancorchè questo fosse eguale a quello di forza a' tempi delle massime piene dell' uno, e dell' altro, atteso che nel perenne più lungo tempo durerà l' azione dell'acqua in tal grado, che basti a scemar la pendenza con isgombrare le materie deposte.

ANNOTAZIONE XVII.

(Dopo il coroll. 6. prop. 6. § *Per la stessa*)

U*N fiume ... portando acqua torbida se non avrà esso tanta altezza di corpo d' acqua da tenere la terra sempre incorporata, necessariamente dovranno seguire delle deposizioni.*

L'altezza di corpo, che quì richiede l'Autore, affinchè non seguano deposizioni, è necessaria o in quanto con essa suol' andar congiunta maggior velocità (che è quello, che principalmente quì si considera) o in quanto la maggior copia dell'acque, che non suol' esser disgiunta dalla maggior' altezza, può sostenere maggior quantità di terra, che è quello di che egli

passa a ragionare poco dopo nel § *Non è la sola*.

ANNOTAZIONE XVIII.

[Al medesimo § *Per la stessa*]

F *Perciò nelle Piene minori si mutano le cadute accrescendosi, e nelle maggiori sminuendosi*.

Ciò che quì si dice del mutarsi le cadute, o sia le pendenze nelle varie piene d'un medesimo fiume, non è diverso da quello, che si è conchiuso nelle proposizioni precedenti, e ne' loro corollarj in proposito delle materie sciolte, che scorrono sul fondo de' fiumi senza incorporarsi coll'acqua, se non in ciò, che allora si esaminava come si formino le pendenze a' fiumi mediante l'escavazione, o piuttosto l'espurgazione delle dette materie, e quì si considera come i fiumi acquistino le pendenze per la deposizione di que' corpi più tenui, che scorrono mescolati coll' acqua. Poichè dunque le arene de' fiumi, se sono delle più grevi si riducono alla prima delle dette due specie di corpi, e se delle meno grevi alla seconda, e poichè si è veduto, che nell' uno, e nell' altro caso le piene maggiori d'un medesimo fiume anno forza di accomodare il letto a minor pendenza di quello, che facciano le minori, ne segue che generalmente ne' fiumi, che portano sabbia, se si misurerà la loro pendenza in tempi diversi, potrà questa trovarsi alquanto diversa, secondo il diverso grado delle ultime piene, che per essi saranno corse, purchè tutte le altre circostanze siano pari; ma tuttavia tal diversità sarà ristretta dentro certi limiti, corrispondenti alla massima, e alla minima forza, che possano aver avuta le dette piene nel produrre tali effetti; e però in questo, e non in altro senso si può intendere, che un fiume arenoso arrivi a stabilire la declività del suo letto.

ANNOTAZIONE XIX.

(Al § *Quale sia il grado*)

IL *Pò il quale nelle sue massime piene ha 35 piedi di altezza viva &c.*

Che il Pò abbia nelle massime piene 35 piedi d'altezza lo aveva eziandio detto l'Autore più sopra nel § *Similmente* di questo capo 5, e forse lo dedusse dalle misure prese in quel fiume al Ponte di Lagoscuro nella visita delle acque de' due Cardinali d'Adda, e Barberini dell'anno 1693 nella quale occasione (essendo il Pò in grande altezza) si trovò il suo massimo fondo più basso appunto 35 piedi Bolognesi in circa de' segni delle sue piene maggiori. Ma che tale altezza fosse viva, vi ha luogo a dubitarne, attesochè nè in quell' occasione fu ritrovata una tanta profondità in alcun'altro de' diversi scandagli fatti in quelle vicinanze, dove la larghezza è assai uniforme, nè dopoi in altre osservazioni replicate in que' contorni gli anni 1716, 1720, 1721, 1719 è mai stato trovato fondo così basso, con tutto che fra segni delle massime piene succedute nel tempo di mezzo non si sia riconosciuto divario di alcun momento. E' ben vero, che in queste più fresche osservazioni si è ivi ritrovato qualche aumento di larghezza sopra quella, che allora fu misurata di piedi 700, e che l'Autore ha riferita nel detto § *Similmente*.

ANNOTAZIONE XX.

(Al medesimo § *Quale sia il grado*.)

R*Eno, e Panaro i quali non anno, che 9, o 10 piedi d' altezza depongono l'arena fino però a formarsi il pendio rispetto a Reno di 13 in 14 once di caduta per miglio, ma non lasciano già la terra nemmeno l' arena sopra la detta pendenza*.

Che che sia della vera altezza delle piene del Reno, quì, ed altrove mentovate dall' Autore, e di quelle eziandio del Panaro [intorno a'quali fiumi dopo il tempo, in cui egli scrisse, si sono fatte nuove, e più accertate osservazioni) la pendenza, che egli dà al primo di 13 in 14 once per miglio

glio è scarsa, anzi che nò, anche attese quelle sole livellazioni, che egli poteva aver vedute, e in fatti i detti due Cardinali nella relazione, o voto, che diedero intorno al recapito di quel fiume, la stabilirono col fondamento delle dette livellazioni di once 14, e due terzi, o di 14, e tre quarti, e da altre osservazioni, che poi sono state fatte nelle susseguenti visite è risultata forse anco alquanto maggiore. Tali divarj si ponno attribuire in parte alle fallacie delle misure, ma fors' anco in parte si debbono riconoscere da' diversi stati di pendenza, che il fiume può aver'avuti in diversi tempi, secondo i varj gradi di quelle ultime piene, che precedettero le osservazioni, che ne furono fatte.

ANNOTAZIONE XXI.

(Alla proposizione 7)

SE ad un fiume sarà somministrata v. g. da torrenti influenti tanta quantità di terra o d' arena, che non possa tutta incorporarsi coll' acqua di esso &c.

Con tutta ragione ha detto l' Autore, che di rado verrà il caso, che si verifichino i supposti di questa proposizione, perciocchè l' acqua del fiume potrà ordinariamente sostenere quantità assai maggiore di terra, o d' arena sottile di quella, che possa esserle somministrata da' suoi influenti. E nel vero se un' influente con quel grado di velocità, e di agitazione, di cui egli è dotato, si suppone poter pur sostenere, e portare quella quantità di terra, che egli porta, e con essa entrare nel fiume recipiente, appena si può dubitare, che la medesima quantità di terra non possa esser sostenuta dal recipiente, che per l' ordinario suol' esser fiume, e più copioso d' acqua, e dotato di eguale, o di maggior grado di velocità per la sua maggiore altezza viva, la quale velocità dovrà poi anco aumentarsi col ricevere, che egli farà le acque dell' influente. Non pare dunque possibile questo caso se non ove il recipiente fosse assai tardo di moto, e particolarmente ove fosse impedito dal rigurgito del mare, ma allora è difficile, che abbiano luogo gli altri supposti di questa proposizione, cioè a dire, che l' impedimento duri sì lungo tempo, che la materia deposta non sia stata frattanto portata via dal fiume prima, che sopraggiunga altra piena del torrente, come l' Autore ha avvertito nel § *Io non stimo*, che segue appresso.

ANNOTAZIONE XXII.

[Dopo la prop. 7. al § *Questa prop.*]

IN alcuni luoghi si fanno per cause accidentali delle alluvioni nelle piene, che per altro non succederebbero fuori di esse, come a suo tempo si spiegherà.

Vedine gli esempi, e le spiegazioni nel capo 10. § *Abbiamo di sopra*, e § *lo stesso accade*.

ANNOTAZIONE XXIII.

[Al § *Dalle cose*]

DAlle cose finora dette concernenti le deposizioni delle materie portate dall' acqua si potrebbero dedurre alcune proposizioni &c.

In proposito de' letti de' fiumi stabiliti per deposizione di materia potrebbe nascere una difficultà, ed è, che essendo questo caso comune più, che altrove nella pianura, dove i fiumi trovando luoghi bassi, e paludosi gli anno uguagliati colle alluvioni, e fra questi si sono formato un letto con quella tenue pendenza, che secondo la dottrina dell' Autore poteva per l' appunto bastare a dar luogo alla velocità necessaria a non deporre più oltre la terra, o l' arena, ed essendosi detto, che appunto ove la pendenza è così scarsa, la cagione di cui le acque riconoscono la loro velocità non è la discesa, che succeda a cagione della detta pendenza, ma quasi unicamente l' altezza corrente dell' acqua, pare, che tali dottrine ripugnino una coll' altra. Ma tale apparente contraddizione si toglie considerando, che quel poco di velocità originata dalla discesa, che in tali casi in virtù della pendenza si mantiene tuttavia nel fiume, quando si paragoni colla velocità totale (o se si vuole colla media) di esso, può essere sì poca cosa, che

non meriti di esser messa in conto, e però sta bene, che la detta velocità media si riconosca sensibilmente tutta dall' altezza, ma ciò non ostante può quell' atomo di velocità di più essere quello per l'appunto, che bisognava al fiume per sostenere la materia terrea, ed arenosa, che egli porta, e però a conservare tal grado di velocità, e ad impedire gli interrimenti, gli era necessaria quella tal misura di pendenza. Aggiungasi, che l' istessa altezza corrente per le cose dette nella annotazione 15. del capo 4., e per quelle, che si diranno nel capo 7. non produce velocità eguale ove gli impedimenti non sieno eguali, e però meno ne produce ove è minore la pendenza, la cui scarsezza è uno de' più considerabili impedimenti. E però non ostante, che la velocità si attribuisca, più che ad altro all' altezza, la pendenza sempre vi ha parte nel fare, che questa la produca, o piuttosto la mantenga in maggiore o minor grado, secondo che maggiore, o minore si trova essere la stessa pendenza.

CAPITOLO SESTO.

Della rettitudine, e tortuosità degli alvei de' fiumi.

DOpo d' avere indagate, nel Capitolo precedente, le cause radicali delle due principali proprietà de' fiumi, cioè della profondità, o più tosto della declività, e larghezza degli alvei; pare, che il buon' ordine porti a considerare, quali siano le vere cagioni della loro diversa situazione nella superficie terreste; riscontrandosi in questo particolare molte circostanze, degne d' una particolare avvertenza. Si vede tutto il giorno, da chi considera il corso de' fiumi, che altri di questi si stendono in una linea retta, dal suo principio fino al fine; ed altri, ora s' incurvano, formando angoli assai grandi, ora s' increspano nelle curvità delle corrosioni, ora si raggirano in mille meandri: nel che si deve riconoscere, o un fine particolare della natura, o pure una necessità inevitabile, che obblighi i fiumi, a prendere strade diverse, l'uno dall'altro.

S'io considero la natura nella sua simplicità, difficilmente posso darmi a credere, ch'ella affetti altra strada, che di linee rette; poichè corre un'assioma comune fra'fisici, che *la natura opera sempre per i mezzi, e strade più compendiose*; Quindi è, ch'essendo l' intento della natura di portare per gli alvei de' fiumi le acque di essi al suo termine, cioè al mare, o a'fiumi maggiori; è difficile d'immaginarsi il fine, per lo quale sceglie ella vie oblique, e tortuose per lo corso de' fiumi, duplicando molte volte, e triplicando la lunghezza della strada, che per una sola linea retta, s'avrebbe

bre-

brevissima. E' dunque necessario il dire, che *l' obbliquità del corso de' fiumi, sia una necessità indotta dalle circostanze, e dall' azioni delle cause parziali, che concorrono alla generazione*, per così dire, *degli alvei*; e che essendo sommamente difficile il fare, che un moto prodotto, e diretto da più cagioni, seguiti la rettitudine di una linea; necessariamente perciò succeda, che i fiumi prendano strade obblique, e tortuose, secondo la diversità, o delle resistenze, o delle cause, che o s' uniscono, o succedono l' una all' altra nell' operare.

La necessità, che hanno avuta gli uomini d' impedire la voracità de' fiumi, che ingojano, colla corrosione delle ripe, molte volte le sostanze d' una famiglia; e col mutar corso, ed abbandonando i ponti, sotto i quali avevano l' esito, non rare volte intersecano le strade, ed interrompono la libertà del commercio; oltre mille altri mali dipendenti dall' instabilità de' fiumi medesimi; è stata quella, che ha acuiti gl' ingegni degli architetti di acque a cercarne i rimedj, e ad indagarne le cause; onde è, che niuna altra parte dell' architettura dell' acque, è stata trattata più di questa; parendo forse, che essa non si estendesse, oltre questa materia. Bisogna però confessare, che non si è fin' ora fatto molto profitto; o siasi, che troppo moltiplicate siano le cause, che cagionano le corrosioni, e le mutazioni di corso; o che sia troppo difficile il misurare l' energia delle medesime, e il proporzionar loro la resistenza de' ripari; o che sia facile lo sbaglio nella investigazione della vera causa produttrice dell' effetto, che si vorrebbe rimuovere; E perciò, il più delle volte, vanamente si travaglia, ed inutilmente si spende il tempo, e il denaro, in volere resistere al corso incamminato d' un fiume; anzi molte volte il rimedio è peggiore del male, non essendo rari que' casi, ne' quali un riparo portato via dal fiume, ha tirata seco in un giorno la ruina della ripa, a cui egli era connesso, e la quale, per altro, avrebbe resistito più lungo tempo.

Io non pretendo con ciò di condannare l' uso di difendere le sponde de' fiumi; e molto meno di dar regole di farlo sicuramente. So quanto egli sia difficile, e quanti riguardi, e cautele si richiedano, a chi ne intraprende la pratica; Nè mi è ignoto, che molto insegna l' esperienza, e l' esperienza del fiume, in cui si travaglia, la cognizione del quale, rispetto alle proprietà individuali, è affatto necessaria. Non deve però l' esperienza andare scompagnata dal lume, che somministrano le cognizioni teoriche; altrimen-

trimente rimarrà ella affatto allo ſcuro, qualunque volta manchino le circoſtanze, alle quali reſta ella appoggiata. Pretendo bene di porgere qualche lume alla pratica, per altro cieca, degli architetti delle acque, acciocchè dalla cognizione delle cauſe, poſſano condurſi più facilmente a quella degli effetti, e proporzionare a quelle, ed a queſti, le loro invenzioni; e ciò ſenza uſcire dal mio inſtituto, qual' è di rendere paleſe la natura de' fiumi; addurre le cagioni degl' effetti, che in eſſi ſi riſcontrano; e di mettere in chiaro le regole oſſervate dalla natura medeſima, nella condotta de' fiumi.

So che il Barattieri, ed il Michelini hanno trattata ampiamente queſta materia; e molti ſono ſtati quelli, che hanno propoſti de' modi di riparare le ripe, acciocchè in eſſe non ſuccedano corroſioni; onde io prendendo da' primi ciò, che ho creduto conforme alla verità; ho aggiunto quello di più, che mi è venuto in mente ſopra queſta materia, e che mi è paruto non lontano dal vero. Mi è ben convenuto di ſeparare le cauſe, l'una dall'altra, conſiderando ciò, che dall' una, preſa ſola, può derivare, ſenza unire l' efficienza di più di eſſe inſieme congiunte; Poichè (oltre che, avendo deſtinato di fare altrimenti, mi ſarebbe ſtato neceſſario d' intraprendere un trattato intiero) ho creduto, che chi avrà ben' inteſo il modo di operare d' ogn' una delle cauſe addotte, potrà facilmente dedurre ciò, che poſſano due, o più di eſſe congiunte: Nè ho mancato di dare di paſſaggio qualche avvertimento a' pratici, che potrà loro giovare nella conſtruzione, sì de' ripari, che degli argini, i quali ſi fanno alle ſponde de' fiumi tortuoſi. Seguitando perciò l' intrapreſo metodo, ho diſteſa tutta tutta la materia in alcune propoſizioni, dalle quali ho dedotti gl' opportuni Corollarj, ne' quali ho, cred' io, ſpiegato tutto ciò, che può appartenere al ſoggetto di queſto capitolo.

Propoſizione Prima.

SE un grave ſarà poſato ſopra d' un piano inclinato; laſciato che ſia in libertà, diſcenderà per quella linea, che dal centro del mobile caderà perpendicolare alla comune ſezione del piano inclinato col piano orizzontale.

Fig. 12. Sia il piano orizzontale IGCH, e l' inclinato EFCD, e la comune ſezione di eſſi ſia la linea DC: dico, che ſe il grave A ſarà

poſato

posato sopra il piano inclinato EFCD; lasciandolo cadere, prenderà esso nel discendere la linea AB, perpendicolare alla DC. Posciachè egli è certo, che i gravi tutti prendono nel loro discendere quella strada, per la quale più presto ponno avvicinarsi al centro; o ch'è lo stesso, per la quale più presto arrivano a toccare il piano orizzontale; ma la linea AB, come perpendicolare alla DC tirata sul piano orizzontale, è più breve della linea AD; e generalmente di tutte quelle, che dal punto A ponno tirarsi alla DC; adunque il grave A descriverà nel suo discendere la linea AB. Il che &c.

Corollario Primo.

E Perchè *l'acqua* anch' essa è un corpo grave; perciò *trovandosi* dell' acqua *in A, senz' altra direzione, che quella, che le può dare la propria gravità, discenderà anch' essa per la linea AB.*

Corollario II.

SImilmente perchè la linea AB è quella, che fa l'angolo maggiore col piano orizzontale, (come facilmente si può provare, lasciando cadere dal punto A una perpendicolare al piano orizzontale v. g. AK, e dal punto A tirando le linee KB, KD, dalla quale construzione farassi l'angolo ABK maggiore di ADK, per essere le due AB, KB minori ad una ad una, delle due AD, DK, e la linea AK comune) ed essendo perciò la linea AB quella, che ha più di caduta in eguale lunghezza; ne segue, che, *dovendo l'acqua discendere per la sola virtù della propria gravità, sceglierà quella linea, per la quale troverà maggiore caduta*, o la quale (che è lo stesso) sarà più inclinata all' orizzontale.

Corollario III.

NOn essendo però l'acqua un solo corpo; ma l'aggregato di più corpicciuoli insieme; n'avverrà, che *posta una quantità di acqua in A, non potrà ogni parte di essa discendere per la linea AB; ma diverse parti sceglieranno diverse linee*; tutte però, per questa ragione, *paralelle ad AB.*

Corollario IV.

ESsendo però impossibile, che *l' acqua* corra giù per lo piano EC, senza qualche altezza di corpo; bisogna, che tale altezza *in virtù della pressione, spinga lateralmente qualche parte di acqua, quale venga obbligata a prendere una linea obbliqua*, v. g. AD; *Ma*, essendo maggiore la velocità per AB, che per AD; maggiore anco sarà il corso, e lo scarico dell' acqua per essa AB; e in conseguenza *non potrà allargarsi molto il corso di tutta l' acqua, a destra, ed a sinistra della linea AB*.

Corollario V.

CHe *se il corso per AB sia fatto con tanta velocità, che basti a disunire, l' una dall' altra, le parti del piano AB, farassi l' escavazione per la linea AB*; e perciò profondandosi l' acqua sotto la superficie del piano EC, *serviranno le sponde di questo scavo, ad impedire l' allargamento dell' acqua*; e perciò discendendo essa per un piano tanto declive, che possa coll'escavazione, formarvi dentro l' alveo; sarà questo *disposto in una linea retta, che abbia la caduta maggiore di quella, che possano avere tutte l'altre linee tirate da quel punto sopra del piano medesimo*. Lo stesso succederà, se, non essendo il piano tanto declive, che possa essere escavato, l' acqua sia torbida, e possano farsi delle alluvioni; perchè in tal caso, *la materia terrea si deporrà lateralmente alla linea AB, ed alzandosi le sponde, succederanno gli effetti medesimi dell' alveo scavato*.

Queste dimostrazioni però suppongono, che la materia, della quale è composto il piano, sia omogenea, almeno nella resistenza delle parti all' essere staccate; altrimenti potranno succedere delle alterazioni, come si dirà più abbasso.

Proposizione Seconda.

SE un grave sarà gittato sopra un piano declive con qualche direzione obbliqua, descriverà esso sopra del medesimo piano una linea curva, sin tanto che la forza, che lo spinge per detta direzione, gli si tolga dalle resistenze di esso piano; indi discenderà per la linea retta, di cui si è parlato nella prima Proposizione.

Prima d' accingermi alla dimostrazione di questa Proposizione, devo avvertire in primo luogo, ch' io *non parlo di piani matemati-*

matici; ma di piani fisici; e conseguentemente ineguali, (come, parlando di acque, sarebbe un piano di terreno) ne' quali perciò si possono intendere delle resistenze, che impediscano la velocità del mobile, e finalmente l'estinguano: ed in secondo luogo si dee pure intendere, che *la natura del moto attuale, o di traslazione, è di tal sorte, che non si può concepire senza intendere il mobile con qualche direzione*, cioè senza intendere, che sia trasportato verso qualche parte, *e con qualche velocità*, mediante la quale sia valevole a scorrere un dato spazio in un dato tempo.

Per quello, che s'aspetta alle *direzioni*, queste o *sono semplici*, *o sono composte*: *semplici direzioni si chiamano quelle, che si esercitano per linee rette*, come sono supposte comunemente quelle delle cadute de' gravi; e queste sono prodotte da una, o da più forze operanti per la retta medesima. Questo si può intendere in due maniere, o perchè veramente operando da se ognuna delle forze, spinga il mobile per detta linea; o perchè, operando le forze separate per linee diverse, quando poi si congiungono, uniscano la propria forza in una terza linea retta, nella quale si trovi eguale ubbidienza all'una, ed all'altra delle direzioni delle potenze motrici; ciò però non ostante, si chiamano semplici direzioni; perchè, quantunque le forze siano diverse, e diversamente operanti; nulladimeno ponno equivalere ad una terza forza eguale di energia a quella, che si esercita nel mobile.

Direzioni composte si chiamano poi quelle, che sono prodotte da diverse potenze operanti per diverse direzioni semplici, ma non con moti equabili; e perciò queste vanno a terminare i loro effetti in linee curve, come sono le circolari, le elittiche, le paraboliche &c. Ma perchè il moto prodotto dalle semplici potenze è di sua natura uniforme, ed equabile; e per conseguenza, non impedito, continuerebbesi eternamente, e colla direzione di prima; perciò *non si può intendere, che una direzione si muti, se non incontri qualche impedimento, o non s' aggiunga, di tempo in tempo, nuova forza al mobile*.

Supposto per esempio; che il mobile A sia trasportato di moto equabile per la linea AB, continuerà egli a muoversi per essa indefinitamente; ma se arrivato in B, troverà il resistente CD, che lo impedisca di portarsi più avanti per detta linea, ma non gli lievi alcuna parte della forza intrinseca, che l' obbliga a muoversi; Fig. 15.

cambierà esso direzione in BE; ma non muterà velocità, e saranno gli angoli CBA, EBD eguali; Questo adunque è il primo caso, nel quale si muta la direzione di un mobile.

Ne' moti composti poi, se ambedue i moti componenti sieno equabili, come AB, FB, benchè diversamente veloci; e se l'uno, e l'altro di essi spinga il mobile B, non prenderà esso la direzione BE, nè la BD; ma un'altra terza BC, che sarà il diametro di un parallellogramo, i cui lati BD, BE sieno le linee continuate de' moti componenti, ed abbiano la proporzione delle velocità FB, AB. Che se i moti non fossero equabili ambedue; ma o uno uniforme, e l'altro ritardato, o accelerato; o pure l'uno accelerato, l'altro ritardato; o tutti e due accelerati, o ritardati, ma difformemente; non potrà il mobile scorrere per una linea retta; ma dovrà descrivere col suo centro dell'impeto una curva, nella quale, perchè ad ogni momento si muta direzione; perciò si dee questa intendere in ogni punto di essa curva di tal maniera, come se il mobile fosse nella linea tangente, che passa per lo punto medesimo; qual tangente sarà la linea di direzione del mobile. E quindi nascono molti casi, ne'quali i mobili sono sforzati a mutare direzioni, o in una maniera, o in un'altra, secondo la proporzione, che hanno fra loro le potenze moventi &c.

Fig. 24.

Quello, che più importa si è di esaminare, da qual principio sieno derivate le prime direzioni del mobile. Io considero dunque, che *qualunque forza agente non solo imprime nel mobile quella quantità di moto, o di impeto, che lo porta da un luogo all'altro; ma in oltre lo determina a muoversi per una linea determinata*. Questa forza agente, o è la prima causa del moto, e rispetto a questa, non si può assegnare altra cagione della direzione del mobile, che il di lei libero arbitrio; essendo stato in piena libertà del sommo Creatore il far muovere le materie da esso create per quelle linee, che più gli sono piaciute: ovvero per forza agente s'intende una causa seconda, o occasionale della comunicazione de' moti: e da essa succedono le direzioni, secondo certe leggi particolari. Poichè egli è certo, che non mai si muoverà un corpo, se ad esso non sarà comunicata una certa potenza, da un'altro corpo, o attualmente mosso, o in conato al moto. Se il corpo movente sarà attualmente mosso, sarà altresì necessariamente con qualche direzione; e perciò la regola è, che se *la linea retta tirata dal punto della percos-*

sa,

sa, o della comunicazione de' moti, al centro dell'impeto, o di gravità del mobile, sarà in dirittura della direzione del movente; seguiterà il mobile la medesima direzione del movente; ma, se queste due linee faranno angolo fra loro, la direzione del mobile seguiterà quella linea, che connette il punto della percossa, col centro di gravità del mobile, e lascierà la direzione del movente.

Similmente ne'conati (poichè anche questi hanno sempre qualche determinazione) s'ella sarà una sola; è necessario, che il mobile obbedisca alla medesima, nella maniera, che si è detta di sopra; e perciò, secondo l'applicazione di esso alla forza energetica, talora prenderà la medesima direzione del conato, e talora un'altra, che sia obbliqua alla predetta: e generalmente *s'appiglierà a quella, che è insegnata dalla linea tirata dal punto dell'applicazione, al centro di gravità del mobile*. E finalmente, *se le direzioni del conato saranno diverse in una medesima parte*, come se saranno fatte in essa da altrettante direzioni determinate (che ponno equivalere in un certo modo ad un conato, o indeterminato nelle direzioni, o più tosto determinato ad ogn'una di esse, come succede ne' corpi fluidi a causa della propria pressione, e de' corpi elastici per ragione della loro forza espansiva) *allora la determinazione delle direzioni del mobile, si dee tutta al difetto delle resistenze*; e ciò (per non uscire dalla materia, della quale trattiamo) manifestamente apparisce *ne' vasi pieni d'acqua*, ne'quali, da per tutto, ove s'aprono fori, *sboccano le acque con la direzione de' fori* medesimi, che sono quelli, che danno la forma dell'applicazione del mobile al conato del movente.

Passando dalla direzione alla velocità del mobile, è d'avvertirsi, esser questa un'effetto cagionato dalla forza comunicata, o impressa dal movente, ed attemperata dalla copia della materia del mobile; poichè la medesima forza movente farà muovere più velocemente un picciolo corpo, che un grande, mancando nell'intensione, quanto si perde nell'estensione. Può dunque essere, che la velocità del mobile, o per difetto di forza, o per troppa abbondanza di materia, sia così picciola, che in ogni tempo sensibile, venga comunicata tutta la forza alle resistenze; e che perciò, perdendola in mobile, esigga il fomento di nuova potenza per continuare a muoversi, come si vede nelle carrozze, le quali d'ordinario, se non sono tirate da' cavalli, si fermano; e questa maniera di

ra di muoverſi, ſi chiama *moto per impulſo*. Ma eſſendo la velocità del mobile aſſai grande, e tale, che non poſſa tutta ad un tratto eſſere aſſorbita, per così dire, dalle reſiſtenze, ſi continuerà bensì il moto, ma non con la primiera velocità; la quale perciò ſempre ſcemandoſi, permetterà finalmente, che il mobile, perduta che abbia affatto la forza, ſi riduca alla quiete, come ſuccede nelle palle d'artiglieria, le quali, anche lontane dalla forza del fuoco impellente, continuano a portarſi avanti con grande velocità: e questa continuazione di moto, ſenza l'ajuto di nuova forza, ſi chiama *fatta da un' impeto impreſſo*, o pure *moto di projezione*. Ciò ſuppoſto, è manifeſto, che i corpi, che ſi muovono per impulſo, mantengono, quanto a loro, la direzione dell' impellente, quale ſempre è neceſſario, per così dire, che ſtia loro alle ſpalle, per iſpingerli avanti. Ma i corpi moſſi per impeto, ſeguitano, almeno ſul principio, quella direzione, che loro vien data dal movente; per altro poi, nel progreſſo, ſono pronti a mutarla, ſe o altre forze con altre direzioni, o le reſiſtenze incontrate li obbligano a prenderne d'altra ſorte.

Io mi ſono eſteſo ſu queſto particolare delle velocità, direzioni &c. de' mobili, più di quello era neceſſario per la dimoſtrazione della Propoſizione di ſopra enunciata: ma ciò non ſarà ſtato affatto fuori di propoſito; poſciachè la materia di queſto Capitolo addimanda, di quando in quando, molte delle notizie, che in queſta occaſione abbiamo apportate.

Fig. 25. Sia dunque il piano inclinato ABDC, ſopra il quale ſcorra un grave E, portato dal proprio impeto per la direzione EF: e ſupponiamo, che la lunghezza della ſtrada EF, ſia quella, che baſta a trovare tante reſiſtenze, che poſſano diſtruggere l'impeto di eſſo: Dico, che il grave E, ſuppoſta la direzione obbliqua EF, deſcriverà una linea curva, v. g. EG, uguale alla retta EF, ed arrivato in G, vi ſcenderà rettamente per la GH, perpendicolare alla CD, che ſi ſuppone la comune ſezione del piano inclinato AD con un piano orizzontale.

Poſciachè, eſſendo E ſpinto per la linea EF dal proprio impeto (il quale, abbenchè di ſua natura ſia atto a fare un moto equabile; nulladimeno a cagione delle reſiſtenze del piano, converrà ſia ritardato) ed eſſendo, che nell'iſteſſo tempo, che il mobile tende verſo F, la propria gravità lo porta con moto accelerato, verſo la linea

CD,

CD, per quello, si è dimostrato nella Proposizione antecedente; perciò combinandosi un moto ritardato, ed uno accelerato nel medesimo mobile E, converrà ch'esso descriva una linea curva, per la quale vada sempre accostandosi al punto F, e nello stesso tempo ancora alla linea CD; e questa sarà, v. g. la curva EG, la cui natura dipende dal modo, o proporzione del ritardamento, secondo la direzione EF, e dell'acceleramento, secondo la direzione GH. E perchè si è supposto, che la lunghezza del viaggio EF sia quella, che basti per fare incontrare al mobile tante resistenze, che sieno sufficienti ad assorbire tutto l'impeto di esso; allora parimente sarà cessato l'impeto nel mobile G, quando egli avrà fatto per EG tanta strada, che gli abbia somministrate tante resistenze, quante ne avrebbe avute per EF; cioè, quando EG sarà eguale ad EF; adunque arrivato il mobile in G sarà distrutto in esso ogni impeto precedente; e per conseguenza ogni direzione verso F: restando perciò il grave, privo d'ogn'altra direzione, fuor di quella della propria gravità; discenderà per la linea GH. Il che &c.

Corollario Primo.

Q*Uanto maggiore sarà l'impeto del mobile E, e quanto minori saranno le resistenze del piano, e parimente quanto minore sarà la di lui inclinazione all'orizzonte, tanto più lunga sarà la linea curva EG, ma minore sarà la curvità di essa; ed al contrario.* Il Galileo, prescindendo da ogni sorte di resistenze, ha dimostrato, che tale curva sarà una linea parabolica: ma in caso di resistenze considerabili, grande ancora sarà la differenza da essa.

Corollario II.

*L'*Acqua anch'essa*, (che, non meno d'un grave solido, si può muovere per impeto impresso, ed accelera i suoi moti, discendendo verso il centro de' gravi) *se entrerà a scorrere sopra d'un piano con qualche direzione, ed impeto*, come se dopo aver corso fra le montagne, sboccasse dalle foci di queste in una pianura, nella quale non trovasse alveo alcuno, *farà l'effetto medesimo, descrivendo una linea curva col suo moto.* Ben' è vero, che, per le ragioni dette di sopra al *Corollario IV della Proposizione antecedente*, si farà qualche spargimento d'acqua laterale, tanto dalla parte superiore, che dall'inferiore; e questa volterassi per linee oblique di

*Annot. I.

mag-

maggiore curvità, che finalmente termineranno in linee rette perpendicolari alla retta CD; ma l'acqua sparsa dalla parte superiore della linea EG, converrà, che ricadendo verso di essa, seguiti il di lei corso; e, al più, faccia col suo peso in maniera, che la curvità EG si renda maggiore.

Corollario III.

E *Quando la velocità*, della quale è dotata l'acqua corrente per la linea EG, *sia bastante ad escavare il piano AD; tale escavazione si farà per detta curva EG*; e parimente, *quando l'acqua sia torbida, e la di lei forza non sia bastante per fare escavazioni; si formerà essa l'alveo d'alluvioni per la linea predetta, ed a misura, che si anderanno alzando le ripe, s'impediranno dall'altezza di queste, l'espansioni laterali dell'acqua.* * Ben'è vero, che, in questo caso, le ripe non si alzeranno egualmente; ma più si eleverà, in egual tempo, quella, che risguarda la parte più alta del piano, e meno la contrapposta; la quale, giunta, che sia ad una determinata altezza, può succedere, che non s'alzi di vantaggio, per essere la di lei declività acquistata verso la parte CD, giunta a tal segno, che non permetta deposizione alcuna di torbida.

*Annot. II.

Corollario IV.

SIccome, portandosi *l'acqua* da E verso G, va perdendo l'impeto, e conseguentemente la velocità; così *è necessario, che procedendo da E verso G, si vada sempre allargando, e minori succedano l'escavazioni*; ma per lo contrario, impedendo le sponde dell'alveo formato, l'espansione dell'acqua, rendesi essa più vigorosa, sì per non avere più tante resistenze da superare, come prima; sì, perchè l'altezza del corpo di essa può sottentrare a dar fomento all'impeto perduto; e perciò, a misura, che maggiore succederà l'incassamento del fiume dalla parte di E, ne seguirà sempre maggiormente la formazione dell'alveo nelle parti più lontane verso G.

Corollario V.

E Perchè la forza dell'altezza dell'acqua, ch'è un conato esercitato per tutte le direzioni, viene ad essere determinata, dal difetto delle resistenze, ad una direzione paralella all'andamen-

mento delle ſponde; quindi è, che *l' eſcavazione dell' alveo non ſolo contribuirà a formare più preſto il letto al fiume verſo* G; *ma ſarà cagione, che sboccando da* G *l'acqua con una certa direzione, e con un'impeto determinato,* non poſſa eſſa ſcorrere per la linea GH; ma la curvità ſi prolunghi più avanti, v. g. ſino in L, accoſtandoſi però, ſempre più al paralelliſmo di GH; * dopo di che finalmente ſi ridurrà a formarſi l'alveo paralello a GH; e ciò s' intende ſempre, ſuppoſta l' uniformità della reſiſtenza nella materia del piano AD.

*ANNOT. III.

Corollario VI.

E Perciò è manifeſto, che nell' *uno, e nell'altro caſo delle due Propoſizioni dimoſtrate, l' acqua, quanto è in ſe, ha propenſione di ſcorrere per alvei retti, ed il più, che ſia poſſibile, declivi.*

Propoſizione Terza.

SE ſarà una ſezione di un fiume retto, per loquale, cioè, ſiano le direzioni di tutte le parti dell' acqua corrente perpendicolari al piano della ſezione medeſima; ſe il fiume ſarà ſtabilito di fondo, e di ſponde, non potranno queſte eſſere corroſe dall' acqua, quando ſia eguale, da per tutto, la reſiſtenza della materia, che compone detta ſezione.

Queſta propoſizione è manifeſta; poichè eſſendo, per lo ſuppoſto, le direzioni dell' acque perpendicolari al piano della ſezione, e per conſeguenza paralelle alle ſponde; non potrà mai l'acqua andare a battere le ſponde, ne rettamente, ne obbliquamente; e perciò a cauſa dell' impeto non le altererà: ed eſſendo il fondo ſtabilito, non potrà eſſo, ne deprimerſi, ne elevarſi; e per conſeguenza non potrà riſtringerſi la ſezione, ne le ſponde potranno allontanarſi l' una dall' altra; e perciò per tal cagione non potranno reſtar corroſe: ſimilmente, ſupponendoſi la reſiſtenza delle ripe equilibrata con la forza delle piene maſſime, avranno eſſe potere di conſervarſi contro la medeſima, e contro ogn' altra minore. E finalmente, eſſendo la reſiſtenza dell' alveo eguale per tutto, non vi è ragione alcuna, per la quale l' acqua debba corrodere più una ſponda, che l' altra; non potranno eſſe dunque eſſere corroſe dall' acqua. Il che &c.

Corollario.

DI quì nasce, che *i fiumi, i quali hanno gli alvei in linee rette, non ponno farsi tortuosi, che per cagioni accidentali*, delle quali parleremo più abbasso.

Proposizione Quarta.

SE la sezione di un fiume retto sia stabilita, tanto in larghezza, quanto in profondità, e la figura di essa sia quella di un paralellogramo rettangolo, sicchè le sponde della medesima siano perpendicolari all' orizzonte; non sarà mai essa alterata dal corso dell' acqua, quando questa sia chiara; ma se la medesima sarà torbida, o porterà sasso, sarà altresì necessario, che le sponde si corrodano; e che nella sezione si faccia il fondo inclinato, dalle sponde verso il mezzo di essa.

Suppongasi, per escavazione manufatta, formato un' alveo retto, il cui fondo sia un piano così declive, che non possa essere alterato, nè scavato dalla forza dell'acqua corrente per esso; e siano le di lui sponde perpendicolari all' orizzonte, e di tal materia, che possano regersi in detta situazione, non ostante la forza dell'acqua corrente per detto alveo, ma niente più; e sia detta sezione il rettangolo BDFC: dico in primo luogo, che, se per essa correrà acqua chiara, non si altererà di sorte alcuna. Suppongasi, che BC sia la superficie dell'acqua, il cui mezzo sia A, e similmente sia il fondo della sezione DF orizzontale, ed il di lei mezzo E (che supponiamo stabilito, nel senso del precedente Capitolo) e diasi, che la materia, della quale è fatto l'alveo, sia uniforme, ed uniformemente resistente. Introdotto dunque a correre un corpo d'acqua in questa sezione coll' altezza EA, non l' altererà di sorte alcuna; perchè non potendo profondarsi a cagione di supporsi stabilito il fondo DF; nè elevarsi per mancanza di materia, essendo l' acqua chiara; ne siegue, che in tale stato durerà sempre. Similmente, perchè le sponde BD, CF si suppongono di tal materia, da potersi sostenere sul taglio perpendicolare in proporzione della forza, che le rade, ed essendo la larghezza DF stabilita; non potranno mutare situazione, nè essere corrose; adunque la sezione BDFC non potrà essere alterata di sorte alcuna.

Fig. 16.

Dico in secondo luogo, che, se l' acqua corrente sarà torbida, sarà necessario, che il fondo della sezione s' abbassi nel mezzo,

s' elevi nelle parti laterali, e nelle parti superiori s' allarghi. Posciachè, supponendosi, che la forza dell' acqua sia tale, da mantenere il fondo E colla forza del filone; scostandosi questo da E verso F, perderà di forza per l' avvicinamento alla ripa CF, e conseguentemente non potrà mantenersi il fondo scavato alla profondità di E; e perchè in E la forza dell' acqua è precisamente tanta, quanto basta per impedire le deposizioni della materia terrea, non potrà essere sufficiente a farlo, per esempio, in H, e molto meno in F; adunque fra E, ed F si deporrà della materia, e tanto più se ne deporrà, quanto più impedita sarà la velocità dell' acqua; cioè, quanto più il sito sarà vicino alla sponda CF; ma ciò facendosi, è evidente, che la sezione BDFC si renderà minore; e per conseguenza converrà, che la superficie dell' acqua si elevi; e ciò seguendo, o accresceraffi la velocità dell' acqua in E, o almeno il peso, il quale colla forza della velocità potrà corrodere il fondo, v. g. da E fino in K; adunque la sezione si profonderà; posto adunque il maggior fondo in K, col medesimo discorso si proverà, che le deposizioni dovranno elevare il fondo verso la ripa, come KH. E perchè l' alzamento della superficie dell' acqua, accresce velocità proporzionalmente in tutte le parti di essa; non potrà la ripa CF, (la cui resistenza si suppone equilibrata con una forza minore) resistere ad una maggiore; e per conseguenza diruperà, ed allargherà la sezione, v. g. da C in G, formando la sponda GH di tal declività, che basti a resistere al corso accresciuto dell' acqua. Il che &c.

Corollario Primo.

DI qui è manifesto, che essendo uniformi le condizioni della sezione dall' una parte, e dall' altra, sarà la figura del fondo, e della ripa di essa dalla parte opposta BD, eguale in tutto, e per tutto alla KHG.

Corollario II.

E Perciò le sezioni naturali de' fiumi retti avranno il fondo più grande nel mezzo, che da' lati; disposto perciò, o in due linee, che formino angolo insieme nel mezzo della sezione; o pure in una linea curva, il cui vertice sia nel mezzo dell' alveo. Ma le sponde saranno disposte, per lo più, in una linea retta, che faccia angolo coll' andamento del fondo della sezione.

Corollario III.

LO steffo succederà in un fiume, che porti acqua chiara, purchè esso siasi escavato l'alveo colla forza del proprio corso; essendo che tanta a un dipresso, o poco maggiore, è la forza, che si richiede per fare delle escavazioni, quanto quella, che è necessaria per impedire le deposizioni.

Corollario IV.

DAlla predetta dimostrazione resta pure evidente, che ne' fiumi retti, siccome il maggior fondo, così la maggior velocità è nel mezzo dell'alveo; e per conseguenza ivi è il maggior corso, o il filone dell'acqua.

Corollario V.

SUpponendosi, che in tutte le sezioni di un fiume diritto, sia uniforme la resistenza della materia, della quale è composto l'alveo; e parimente, che per tutto sia uniforme il modo dell'introduzione dell'acqua corrente nell'altre sezioni; non potrà il fiume, se non per cause accidentali, lasciare la primiera dirittura.

Proposizione Quinta.

SE l'alveo di un fiume retto sarà composto di materia, la quale disegualmente resista al corso dell'acqua; ivi maggiormente si escaverà il fondo, dove sarà materia meno resistente; e si eleverà, dove la materia sarà più tenace.

Fig. 27. Sia la sezione del fiume retto ACDEB, che supponiamo in prima, sia di un fiume, che abbia l'alveo composto di materia poco uniforme; e perciò supponiamo, che la parte CD sia di materia poco resistente, e la DE di materia molto resistente: dico che la parte del fondo CD si profonderà, e la DE si eleverà.

Posciachè; o sia l'alveo fatto per escavazione, o per deposizione, supponendo, che eguale sia la forza dell'acqua tanto in CD, che in DE; e che in CD sia minore la resistenza del fondo, se la forza agente sopra DE è quella, che precisamente impedisce le deposizioni, e la resistenza di DE quella, che impedisce le escavazioni; non potrà il fondo DC resistere al profondamento, addimandando minore declività per ostare alla separazione delle parti del terreno;

no; supponiamo adunque, che l'escavazione siasi fatta fino in FD, essendo adunque in FD accresciuta l'altezza dell'acqua v. g. GF, ivi correrà con maggior velocità di prima, e renderassi più potente a maggiormente scavare; ma quando cresce la velocità dell'acqua in GF, tanto scema in HI, anche per essersi accresciuta la sezione, di quanto importa la figura CFD; adunque, se la velocità primiera in I era precisamente, quanto bastava per impedire le deposizioni; scemata che sia, non sarà più sufficiente ad impedirle, e per conseguenza facendosene ivi, s'alzerà il fondo DE v.g. in DK, sino a formare la pendenza, che s'uguagli con la velocità HM; adunque il fondo CD si abbasserà, ed il fondo DE si eleverà, se la resistenza di essi sarà diseguale. Il che &c.

Corollario Primo.

PErchè, adunque, *la velocità dell' acqua è maggiore verso la ripa AC di quello, sia verso la ripa EB; converrà, che la resistenza della ripa AC ceda alla forza dell' acqua, e restando corrosa s' allontani da essa*; ed al contrario *la ripa BE restando più lontana dal maggior corso del fiume*; e per conseguenza ritardata la velocità dell' acqua, *vicino ad essa si faranno delle deposizioni, e la ripa BE s' accosterà più verso il mezzo del fiume, perdendo l' alveo in questa parte la primiera rettitudine.*

Corollario II.

ANzi, *se la poca resistenza del fondo DC sia tale, che permetta l' escavazione al pari, o più bassa del* fondo D, *mezzo dell' alveo; lascierà il filone il sito D, e porterassi verso F: il che tanto maggiormente contribuirà alla corrosione della ripa AC, alla formazione della spiaggia DK, ed all' avanzamento della ripa BK verso D, mezzo dell' alveo.*

Proposizione Sesta.

S*E un mobile sarà posto senz' alcuna direzione sopra d' una superficie inclinata, nella quale siano delle concavità continuate sino al fine di essa, le quali sempre s' avvicinino al centro de' gravi; o pure alla linea, che è la comune sezione del piano orizzontale coll' inclinato; discenderà il mobile per esse concavità, purchè l' inclinazione sia tanta, che basti a farli superare le resistenze, che sia per incontrare.*

Sia

Fig. 11. Sia il piano FG inclinato, il cui lato GH sia la comune sezione di esso col piano orizzontale; e sia una concavità, o canale ABCDE più basso della superficie del piano FG, e sia tale seguitamente, ed in modo, che da A in E sempre più s' avvicini alla linea HG: dico, che un grave posto in A senza veruna direzione, discenderà per ABCDE, purchè l'inclinazione della linea ABCDE sia sufficiente, acciò il grave possa discendere per essa. Posciachè, essendo, per lo supposto, l' inclinazione di ABCDE tale, che il grave in essa non possa sostenersi, ma non ostanti le resistenze, debba discendere; certo è, che il mobile A discenderà da A in B per AB, essendo la linea AB (che si può prendere sensibilmente per una retta) inclinata all' orizzontale HG; per l' istessa ragione, essendo BC inclinata all' orizzontale potrà il mobile A, giunto che sia in B, discendere per BC &c. e così del restante; adunque il mobile A discenderà per ABCDE. Il che &c.

In questo caso la celerità acquistata dal mobile per le discese AB, BC &c. e la disposizione delle sponde, che formano la concavità del sito ABC&c. ponno fare diversi effetti; perchè può essere tanta la velocità acquistata nella discesa da A in B, che possa fare ribalzare il mobile, più alto di quello sia la sponda in B, la situazione della quale può, o permettere, o impedire il risalto di A sopra B, secondo, che la linea di essa sponda fa l' angolo, o retto, o ottuso, colla direzione AB; posciachè, se l'angolo sarà retto, la sponda impedirà il ribalzo; ma, se sarà ottuso, il mobile per la velocità acquistata riascenderà per la sponda opposta in B; ed avendo egli tanto impeto da potere sormontare la sommità di essa, non continuerà per BC, ma prenderà altra strada. Ma supponendosi nella proposizione, che l' inclinazione di ABCDE sia tale, che basti per fare superare al mobile le resistenze; e non tale da accelerare il mobile considerabilmente, perciò o mancando la forza dell'impeto in B, o mutata la di lui direzione dall' ostacolo in B, sarà il mobile in B, o senza alcuna direzione; e perciò prenderà quella, che gl' insegnerà il difetto delle resistenze, cioè verso BC; o, se pure si troverà con qualche direzione, sarà questa rivoltata dalla resistenza della sponda in B, lungo l'andamento della concavità BC; e perciò descriverà il mobile la linea ABC &c.

Corollario Primo.

LO stesso, e più esattamente, si dee intendere dell'acqua, la quale, mercè della sua fluidità, è più facile a muoversi, ed a rivoltarsi in qualsisia direzione; ed a cagione della sua gravità, è prontissima a scegliere quelle strade, per le quali può scorrere più brevemente verso il centro de' gravi; e perciò, *essendo in A dell'acqua senza altra direzione, che quella, che le suggerisce lo sforzo della gravità, necessariamente dovrà discendere anch' essa per la concavità seguita ABCDE.* Vero è, che *essendosi in B accelerata di moto* (il che le è più facile, che se fosse un corpo solido) *se troverà, discesa che sia per AB, la sponda opposta inclinata alla verticale DB, secondo la misura dell' angolo DBM, potrà scorrere qualche poco all' insù sopra di BM, ma se l'acceleramento non sarà tale da fare ribalzare l'acqua fino alla sommità della sponda M, sarà necessario, ch' ella torni a discendere, per esempio, per MBC, e perciò ritornata in B, seguiti il corso della concavità BC &c.* Fig. 10.

Corollario II.

S*E tale sarà la velocità per AB, che,* paragonata all' inclinazione di AB, ed alla resistenza della materia, *possa escavare; formerassi l' alveo al corso dell' acqua per la tortuosità predetta, e la concavità si farà maggiore.* Vero è, che, *se le sponde saranno composte di materia, che possa essere corrosa, non si stabilirà l' alveo, precisamente secondo il tipo della concavità ABCDE; ma solo a un dipresso;* potendosi, per la troppa strettezza delle tortuosità, formare delle corrosioni ne' concavi, e delle alluvioni ne' convessi di esse, come si dirà a suo luogo. Fig. 18.

Corollario III.

E Questa è la ragione, per la quale *le rotte de' fiumi,* sul principio, *ed in tempo, che le acque hanno dell' impeto, seguitano, per qualche spazio la direzione di esso; ma, estinto ch' egli sia, cominciano a correre ne' luoghi più bassi, e trovando qualche concavità seguita, prendono il corso per essa,* facendo alluvioni ne' luoghi, ne' quali l'acqua torbida perde il moto; ed escavando in quelli, ne' quali conserva, o acquista tanta velocità, che basti a portar via la terra.

Corollario IV.

E Siccome, lasciando correre una rotta di fiume, comincia essa subito, (parte coll'escavazioni, parte colle alluvioni, secondo la disposizione diversa del piano, per lo quale scorre) ad operare, per formarsi l'alveo: così, *se un fiume, uscendo dalle montagne entrerà in una pianura, per la quale sia obbligato a prender corso*, per portarsi al mare, ed in essa *vicino allo sbocco, si trovi qualche cavità continuata, che possa*, almeno in parte, *servirli d'alveo; seguiterà esso per quella il suo corso: ma, se la medesima concavità non sarà continuata, dopo riempitala di acqua, trasfonderà quella, che sopravverrà, per la campagna*, allagando all'intorno, fino a trovarne un'altra; e così seguitamente, *fintantochè ne trovi una, che abbia esito*; o non trovandone di sorte alcuna, o non a misura del bisogno copriransi d'acqua tutta la pianura; al termine della quale, o troverassi qualche insigne declività (e per essa scorrendo l'acqua, formerassi l'alveo, per escavazione, nella maniera detta nella prima proposizione) o pure incamminandosi l'acque verso quella parte, dove troveranno lo sfogo, abbandoneranno negli altri luoghi la campagna allagata; e (proporzionato che sia l'alveo, in qualche maniera, all'acqua corrente) resterà quella affatto asciutta. In questo caso la rettitudine, o tortuosità dell'alveo si dee a' supposti della prima, seconda, e sesta proposizione; cioè alla diversa cadura della campagna verso la parte dello sfogo; all'impeto precedentemente concepito con qualche determinata direzione; ed alle concavità continuate della campagna: condizioni, che ponno avervi parte, ora unite, ora separate; dimanierachè non se ne può dare regola veruna. Che se al termine della campagna si trovasse l'acqua del mare, o d'un lago, sarebbe necessario, che ivi si formasse una palude, o laguna; e finalmente, se la campagna fosse tutta chiusa all'intorno, dimanierachè l'acqua, per uscirne, dovesse elevarsi considerabilmente di superficie, dovrebbe in tal caso formarsi un lago, il quale avesse l'emissario in un sito, il più basso di tutti quelli, che circondano detta pianura; e quindi uscirebbe l'acqua del fiume, se pure per meati sotterranei, non trovasse luogo all'uscita, prima di elevarsi all'altezza necessaria; o pure, se non cessasse l'influsso di quella copia d'acqua, che si richiede a riempire tutta la concavità.

Pro-

Proposizione Settima.

SE un fiume, o retto, o tortuoso, che corra con insigne velocità, incontrerà un resistente; perderà l' acqua qualche grado della velocità primiera; ed elevandosi, si formerà un conato, atto a spingere il corso del fiume dalla parte opposta del resistente.

Nella antedetta proposizione abbiamo supposto, che l' acqua corrente non abbia alcuna direzione, nè impeto veruno, differente da quello, che è proprio della gravità; ma in questa noi supponiamo, che l' acqua corrente abbia acquistato qualche impeto, e direzione, che possa spingerla per qualche linea diversa da quella, che prenderebbe l' acqua senza di essa; ed in ciò si comprendono due casi, che giornalmente s' osservano ne' fiumi; poichè alcuni di questi sono così languidi di moto, che senza dare quasi niuno tormento alle ripe, seguitano quella strada, che loro è mostrata dall' escavazione dell' alveo, come sono le acque, che corrono con poca caduta, e poca altezza di corpo, che è il caso della proposizione antecedente; ed altri corrono con tant'impeto, che incontrando un resistente, fanno molto sforzo per superarlo, ed abbatterlo, come sono i fiumi, che hanno, o gran caduta, o grande altezza viva di acqua: e questo è il caso della proposizione presente.

Sia dunque l'alveo ABCD quello di un fiume di tal natura, che corra da A verso B, con impeto, e direzione paralella alle sponde AB, CD, *ed arrivato in B, incontri il resistente BE: dico, che l' acqua in BE si eleverà, e spingerà il corso del fiume verso O, ovvero M. &c.

Fig. 14.

*Annot. IV.

Poichè, essendo il resistente BE capace di ricevere in se, e comunicare a' corpi vicini qualche parte dell' impeto dell' acqua corrente da A in B; egli è certo, che incontrandosi il fiume colle direzioni AB, GH, IE, nel resistente BE, quanto d' impeto comunicherà a questo, tanto ne perderà esso; rallentata perciò la velocità dell' acqua, converrà, che passi con minore velocità, e, sopravvenendone dell' altra, che si elevi. Suppongasi adunque, che l' altezza del resistente BE, sia BF, e che l' altezza dell' acqua non impedita fosse per essere BP, e dell' impedita BF: e perchè l' altezza FB produce in B, maggiore velocità, accrescendosi FB, si riparerà la velocità perduta in B; ma essendo la velocità nata dall' altezza dell' acqua, figlia di un conato, che può produrre le direzio-

 ni

ni verſo tutte le parti; e le produce verſo quella, nella quale ſono minori le reſiſtenze; perciò l'altezza BF, rivolterà il fiume, verſo quella parte, alla quale mancheranno le reſiſtenze, cioè lo ſcoſterà dal reſiſtente BE v.g. verſo O, M. Ma quì reſtano da conſiderarſi due coſe; la prima ſi è, che ſi ſuppone, per virtù del reſiſtente BE levata una parte dell'impeto, ma non tutto; perciò l'acqua portata per la direzione AB, ſarà ribattuta per la BO, la cui direzione ſia tale, che faccia l'angolo di rifleſſione proſſimamente eguale a quello dell' incidenza: e ſimilmente l'acqua portata per GH ſarà rivoltata in HM, &c. Il ſecondo punto, al quale ſi dee riflettere, è, che quando le direzioni AB, GH, IE &c. non s'impediſcono l' una l' altra, veramente ſono paralelle; ma quando la direzione, v. g. AB è rivoltata in BO, allora BO viene impedita dalle altre direzioni GH, IE, &c. Quindi è, che l' acqua B ribattuta per BO, arrivata che ſia in R, troverà un altra forza, e direzione GR, dalla quale ſarà ſpinta, e perciò dovrà abbandonare la linea RO, e volgerſi per un' altra, che ſia diametro di un paralellogramo, i cui lati abbiano la proporzione delle forze, o degli impeti GR, BR, come ſi è ſpiegato alla propoſizione ſeconda. Supponiamo dunque, che la proporzione delle forze BR, GR, ſia quella di RS ad RH; adunque l'acqua, ch'è nel punto R, ſi volterà per la linea RT; e di nuovo arrivata in T, perchè ivi ſi combinerà con la direzione ST, non potrà ſeguitare la RT, o la ST; ma dovrà portarſi per un'altra, che ſtia di mezzo fra le medeſime; e perciò conſiderando le combinazioni, che ſi fanno d'una linea rifleſſa con tutte le direzioni paralelle GR, IE &c. non potrà farſi la rifleſſione da B in O; ma per la ſtrada v.g. BRT &c., di nuovo ſi porterà verſo il reſiſtente BE. Se però ſi metteranno a conto tutte le rifleſſioni fatte da' punti tra B, ed E, colle loro direzioni, e potenze, e ſi combineranno con le paralelle tra AB, IE, e le loro potenze; ſi formerà dal corſo dell'acqua una linea, la quale in B ſarà più lontana della linea BE; ma in E più vicina: e la ragione ſi è, che le direzioni AB, GR, hanno minor' impeto, per eſſere aſſai vicine alla ripa; e la IE molto maggiore, per eſſere più vicina al mezzo; ed al contrario le rifleſſioni in B, ed H, ſi fanno più vigoroſamente, per eſſere meno impedite dalle combinazioni delle direzioni paralelle, che verſo E, e perciò maggiore ſarà la rifleſſione in B, che in E; tal linea può eſſere o retta, o curva, ſecondo la proporzione, colla

la quale si accrescono le potenze, procedendo da B verso E; ma per lo più sarà curva, attesa la rigorosa uniformità, che si richiede nelle proporzioni, e ne' moti, acciò tal linea sia retta. Saranno adunque dal resistente BE rivoltate tutte le direzioni paralelle, verso la sponda CD; e conseguentemente, intersecando esse tutte le altre paralelle, che non incontrano il resistente BE, faranno loro cambiare direzione, e voltare contro la ripa D; la quale sarà corrosa (1) per essere battuta dalle direzioni mutate, e rese più vigorose dall' alzamento dell' acqua lungo BE, il cui conato, non potendo agire contro il resistente, nè contro il corso del fiume, darà maggior' impeto all' acqua per la direzione BE, o per quella, che risulterà al corso del fiume dalle cause sopraddette, (2) perchè ristringendosi tutto il corso dell' acqua in DE, dovrà questa elevarsi; e per conseguenza, resa più veloce, si profonderà, e si allargherà l' alveo dalla parte di D, nella quale si suppone minore la resistenza.

Corollario Primo.

E Perchè, secondo la combinazione delle forze, che si trovano nelle direzioni paralelle, e nelle riflesse, il corso dell' acqua più, o meno si scosta dal resistente BE; perciò, se le seconde avranno alle prime una proporzione insensibile, si prenderà dall' acqua un corso paralello, o radente il resistente BE; e perciò, *quando le acque corrono con poca velocità, accomodano il loro corso alle linee degl' impedimenti, e delle sponde.*

Corollario II.

ED al contrario, *quanto più la detta proporzione si accosterà alla proporzione di egualità, tanto più si allontanerà il corso dell' acqua dal resistente.*

Corollario III.

SImilmente, perchè la corrosione della ripa opposta al resistente si fa in parte dalle direzioni mutate dell' acqua, che vanno a batterla; perciò *quanto più l' angolo di esse con la ripa s' accosterà all' angolo retto, tanto più danno ella ne riceverà*; e perciò ha molto luogo, per fare questo effetto, l' inclinazione dell' angolo, che fa il resistente colle direzioni paralelle del fiume.

Corollario IV.

PEr la ſteſſa ragione, eſſendo cauſa della corroſione della ripa CD, l'anguſtia della ſezione, o il riſtringimento dell'alveo in DE; ed eſſendo fatto tal riſtringimento dal portarſi BE dentro il corſo del fiume; perciò *quanto maggiormente ſi allungherà il reſiſtente verſo il filone dell'acqua, tanto più la ripa oppoſta ſarà corroſa, e renderaſſi tortuoſo l'alveo.*

Corollario V.

SEbbene *quanto meno è veloce il corſo dell'acqua* per le linee, e direzioni paralelle, tanto più s'accoſta la di lui direzione mutata a quella del reſiſtente, e perciò ſi dirige a battere con angolo maggiore, la ripa oppoſta; ed ogni modo, perchè tale direzione ſi fa ſenza molt'impeto; *non può rivoltare con molta efficacia, verſo la ſponda CD, le direzioni dell'acqua non impedite dal reſiſtente, che non vale per queſta cagione a fare molto effetto, il quale*, in tal caſo, quaſi tutto ſi dee attendere dal riſtringimento della ſezione; e conſeguentemente, per la regola degli oppoſti, *quanto più veloce ſarà il fiume, e quanto più il reſiſtente ribatterà il corſo dell'acqua*; cioè, quanto meno d'impeto aſſumerà in ſe medeſimo; *tanto maggiore ſuccederà la corroſione della ripa oppoſta.* E perciò *ne' lavorieri, che ſi fanno per rivoltare il corſo de' fiumi, ſi dee conſiderare, fra le altre coſe, la robuſtezza de' medeſimi; la direzione, che hanno, paragonata al corſo del fiume; la velocità di queſto; e la lunghezza del riparo, per potere in qualche maniera preſagire la qualità dell'effetto, ch'è per ſuccedere.*

Annot. V. * Intorno alla direzione del reſiſtente BE, ſarebbe molto da diſcorrere, e richiederebbeſi un'intero trattato, tante poſſono eſſere le di lei diverſità. Parlando però generalmente, ſi poſſono conſiderare ſei differenze, tre delle quali riſguardano l'angolo, che il medeſimo reſiſtente fa orizzontalmente colla corrente del fiume; e le altre tre riſguardano l'angolo fatto colla medeſima corrente, ma verticalmente. Quanto agli angoli orizzontali, queſti, o ponno eſſer retti, come quello, che fa FD colle direzioni paralelle CD, GF; o acuto, come CDH; o ottuſo, come CDI. *Fig. 31.* Quanto a queſt'ultimo, di già ſi è veduto ciò, ch'egli ſia per operare; onde reſta da conſiderare brevemente, quale ſia per eſſere l'effetto degli altri due FD, DH; e quanto ad FD =

Corollario VI.

SI deduce da quest'ultima proposizione, che le riflessioni si faranno all'opposto delle direzioni CD, GF, e che *essendo il fiume veloce, e stabile il resistente DF; converrà, che le riflessioni opposte alle direzioni, finalmente si equilibrino, e l'acqua si renda stagnante dentro l'angolo CDF*, quanto, cioè, per esempio, prenderà il triangolo KDF; dico *il triangolo KDF*; perchè maggiori saranno le riflessioni, vicino la ripa CD, che lontano da essa; e ciò per più ragioni: prima, perchè il resistente DF è più robusto ordinariamente vicino alla ripa, che lontano da essa; e perciò toglie meno d'impeto all'acqua, e la ribatte con più vigore. Secondo, perchè l'acqua CD è meno veloce, come impedita dallo sfregamento colla sponda: e perciò meno resiste alle riflessioni: onde è, che maggior proporzione può avere la forza ribattuta alla diretta verso D, che verso F. Terzo, perchè elevandosi l'acqua per la resistenza DF, e facendo un conato inclinato alle direzioni paralelle a GF, potranno le direzioni composte, prese vicino al resistente, incontrare nuovamente l'opposizione del medesimo, e prendere con ciò nuova occasione di ristagnare: cosa che non potrà succedere, facendosi più lontano dal resistente DF la composizione delle direzioni; perchè supposto, che tal direzione composta sia quella, che con la sponda faccia l'angolo FKD; sarà KF la prima, che non troverà opposizione, e perciò tutte l'altre tra K, e D, essendo impedite, renderanno l'acqua, se non affatto stagnante, almeno ritardata; *e perciò ne seguirà l'effetto della deposizione della torbida dentro il triangolo KDF.*

Fig. 31.

Corollario VII.

PErò, *secondo la diversa forma del resistente DF, e secondo la diversa velocità della corrente, sarà l'angolo FKD, ora più acuto, ora più ottuso; e la linea KF ora retta, ora concava*; perchè egli è certo, che *se il resistente FD*, o cedendo, o in altra maniera, *permetterà il corso fino in L*; o se la forza della direzione CL sarà tanto grande, che commensurata alla resistenza, che fa DF, possa giugnere fino in L, *sarà l'acqua resa stagnante solamente dentro il triangolo LDF minore del primo*; e conseguentemente, *minore sarà la deposizione della torbida*. E finalmente, *se DF permettesse il corso, fino a se medesimo*,

mo, ſenza fare veruna rifleſſione; *il conato s' eſerciterebbe per la medeſima direzione DF*; ma queſto caſo è aſſai difficile da ſuccedere.

Corollario VIII.

QUindi è chiaro, che *i ripari*, *che ſecondano il corſo del fiume*, *ſono meno atti a cagionare delle alluvioni*, *avanti di ſe*, *di quello ſiano gli oppoſti ad angolo retto al corſo del medeſimo*; e perciò reſtano in un quaſi continuo tormento, che ricevono dalla corrente, che ſempre coopera alla loro demolizione; vero è, che tali ripari, retti al corſo del fiume richiedono tanto maggiore robuſtezza, quanto è maggiore la forza della percoſſa ricevuta ad angoli retti, che obbliqui; e perciò un vantaggio vien compenſato con un diſavantaggio; *e ricercaſi il giudizio dell' architetto*, *a ſaper ſcegliere*, *ſecondo le occaſioni*, *quello*, *che ſia per riuſcire più profittevole*.

Corollario IX.

DI quì è manifeſta la ragione del diverſo modo, che ſi pratica in diverſi luoghi, per riparare alle corroſioni de' fiumi; vedendoſi, che altri adoprano reſiſtenze robuſte, per oſtare alla corrente; altri ſi contentano di piccioli ripari, che facilmente cedono al corſo; altri li dirigono in un modo; altri in un'altro: potendo eſſere tutte le predette maniere utili, ſecondo la diverſità de' caſi; poichè, chi uſa di fare i ripari con fraſche d' arbori fleſſibili, che ponno radicarſi nel fondo, ha ragione di praticar queſto modo, o in fiumi di poco veloce corſo, e torbidi, a' quali ogni picciolo reſiſtente baſta per far deporre la torbida; o in fiumi di corſo molto veloce, che non tollerano grandi oſtacoli, ne' quali la fleſſibilità del reſiſtente ſerve, a non dar pena al fondamento del riparo; e a poco a poco può fare quello, che non farebbe un' oſtacolo più rigido, contro il quale operando gagliardamente la corrente, facilmente lo ſvellerebbe: ed in queſto caſo, quello, che ſi leva alla brevità del tempo, s' aggiunge alla ſicurezza dell' opera; ma ſi richiede maggiore, e più lunga l' attenzione al mantenimento, e protrazione del riparo. Chi ha buoni fondi, e buone ſponde, per aſſodare i ripari, e chi ſa fabbricarli di tale ſtruttura, che una parte concorra alla robuſtezza dell' altra, può intraprendere di farli grandi, e molto reſiſtenti; ma veda di non ingannarſi, in proporzionarli alla corrente del fiume. Opera più ſicuramente;

te, ma con minore effetto, chi seconda co' ripari in qualche modo, il corso dell'acqua; ma v'è bisogno di una continua vigilanza per conservarli: ed al contrario, con più effetto, ma con minore sicurezza, chi li spinge ortogonali alla corrente; poichè, quando questi si sono fortificati colle alluvioni da una parte, e dall'altra, non è soggetta al tormento dell'acqua altra parte di esso, che la più lontana alla ripa.

In questo caso si dee però avvertire, che essendo più veloce l'acqua per GF, che per CD, ed essendo trattenuta, e ristagnata; può darsi il caso, come molte volte si dà, che l'acqua più si elevi in F, che in D; e che perciò dividendo il suo corso, una parte si porti verso la punta del riparo F, ed un'altra verso D. Succedendo ciò, si farà un vortice dentro il triangolo FDK, che impedirà la deposizione della torbida, anzi potrà corrodere la ripa LD; ma sarà facile il rimediarvi, se il riparo DF non si spingerà, tutto in una volta, contro la corrente, ma a poco a poco; e se si lascieranno fare le alluvioni prima di prolungarlo più avanti, lasciando sempre tanto di esito al fiume nella parte BF, che non possa fare forza considerabile contro il riparo, ne cagionare vortice di momento in KDF, ed avvertendo d'incastrare il riparo nella ripa tanto, che corrodendosi essa qualche poco, non possa il fiume trovare sfogo dalla parte di essa, e prendere in mezzo il lavoro.

Corollario X.

MA se *i ripari saranno opposti ad angolo acuto alla corrente*, come FD, egli è certo, che battendo l'acqua in FD per la direzione GF, sarà essa ribattuta in FK; e la HI, in IL, e che arrivando alla ripa, di nuovo sarà riflessa in KM, LN, le quali direzioni, e riflessioni combinate con altre, *faranno* passare le direzioni rette dell'acqua in *un vortice, che impedirà le deposizioni, e corroderà la ripa CD*. Il corso però del fiume non potrà farsi, che secondo la direzione EF, per la ragione detta di sopra, supposta la resistenza della ripa ED. Vero è, che *tali vortici non potranno estendersi alla punta dell'angolo D; ma essendo le loro linee circolari, o spirali; solo si faranno in quel tratto del triangolo EFD, che sarà comune al circolo, o spirale predetta*, che necessariamente dovrà toccare il riparo FD, e la ripa ED in due punti, che saranno i luoghi, ne' quali, e l'uno, e l'altra patiranno maggiori danni; quindi è, *che se questi luoghi saranno*

Fig. 15.

mag-

maggiormente fortificati, *tanto che resistano*, *almeno fin che la ripa opposta sia corrosa; allora abbandonando l'acqua il corso verso l' ostacolo FD, si scemerà, o si toglierà la forza del vortice, e succederà l'alluvione dentro il triangolo EFD*. In questo particolare, si dee ancora avvertire, che se *l'angolo FDE sarà molto acuto, più dalla di lui punta D si scosterà il vortice* ; *ma per lo contrario dovrà molto prolungarsi il riparo* , acciocchè faccia effetto sensibile nella corrosione della ripa opposta. Io però non sarei mai autore di anteporre, in parità di circostanze, questi ultimi ripari agli ortogonali : perchè, quando anche egualmente operassero, quanto a se, e gl' uni, e gli altri; i retti, però in eguale longhezza, rispingono sempre più la corrente verso la ripa opposta, e danno occasione di operare alla seconda cagione predetta, che è l'angustia della sezione.

Corollario XI.

RIspetto all' angolo fatto da' ripari, sul piano verticale, colla corrente de' fiumi, *non è da dubitare*, *che la direzione del riparo a lungo della corrente non sia la migliore*. Per più chiara spiegazione di ciò, s' avverta, che può darsi, che il riparo riceva la corrente AB ad angoli retti, come BD; o ad angolo acuto, come BC, o ad angolo ottuso come BE. Intendasi prima *il resistente CB ad angolo acuto con la corrente* : in questo caso egli è evidente, che la direzione del resistente *ribatterà la corrente dell' acqua verso il fondo*, come per GI, quella, che viene per la direzione HG &c. la quale spinta dalla corrente AI, e dalle altre tra HG, AI, paralelle insieme, e combinata con esse, opererà per la direzione obbliqua FB, *e perciò roderà il fondo in B*; e se il riparo non sarà piantato ben profondamente, potrà scalzarlo, e portarlo via. *Lo stesso succederà*, *abbenchè meno, all'acqua ribattuta dal resistente BD, la quale*, sebbene sarà riflessa con direzione opposta ad HX; nulladimeno, per virtù della medesima direzione, sarà divisa, parte verso D, parte verso B; e perciò in B succederà l' escavazione del terreno, che *potrà togliere il fondamento al resistente BD, e conseguentemente svellerlo*. Ma *il riparo BE*; perchè ribatte la forza dell'acqua all'insù, *non potrà essere scalzato nel fondamento*; e per conseguenza, *se averà forza bastante da non rompersi per lo corso dell' acqua*, *sussisterà, anzi, rincalzandosi* a causa delle alluvioni, che si faranno al di lui piede, *si renderà sempre più forte*, *e più resistente*.

Fig. 34.

Corol-

Corollario XII.

NOn *solo il resistente BE rivolterà la corrente verso la ripa opposta D; ma* essendo cagione, che s'impedisca il moto dell'acqua nel triangolo XBE, necessariamente *dovrà farsi in detto triangolo, dell'alluvione;* è perciò *sarà il resistente rincalzato al di dietro di terra:* ciò però s'intende, *ogni volta, che il resistente, abbia tanta altezza, quanto basta, per non essere sormontato dal fiume*, e che l'acqua vi si porti di rigurgito, girando attorno ad E, ed equilibrandosi con quella, che corre al disotto del resistente; altrimenti, *se l'acqua potrà sormontarlo, e se vi sia considerabile differenza tra 'l livello della di lei superficie di sopra, e di sotto dal resistente;* come se detta differenza fosse FP; *dovendo l'acqua cadere da F in P, scaverebbe il fondo del fiume verso B*, ed ivi impedirebbe l'alluvione, la quale però potrebbe manifestarsi poco più lontano. *Quando* però *l'acqua, di sopra, e di sotto* da BE, *fosse quasi nel medesimo livello*, o almeno nella medesima linea, che il restante della superficie del fiume, *ciò non dovrebbe succedere; ma solo la deposizione della materia terrea*. Questo effetto non solo è proprio de' resistenti inclinati alla corrente, ma anche degli altri, o retti, o contrapposti alla medesima, e perciò *bisogna avvertire, quale sia la natura de' fiumi, dentro de' quali si fabbricano i ripari*; poichè, se essi avranno le piene subitanee, o la velocità grande, o il pendio del fondo considerabile; considerabile anche sarà la predetta differenza de' livelli, della quale non dovrà tenersi conto ne' fiumi di poco corso, di fondo piano; e che durino molto tempo, in portare la piena al suo maggior colmo.

Fig. 30.

Prima di levar mano dalla considerazione degli effetti de' ripari (ch' io mi protesto di non aver toccati, che leggiermente, e per digressione, non essendo questo il mio principal fine in questo trattato) io non voglio lasciare di motivare alcuni punti necessarj in questa materia; il primo di essi è, che, *quanto più alto è un riparo, tanto riesce egli più debole*, non solo per le maggiori spinte, che riceve dall'acqua, quanto per ragione della leva, l'ipomochio della quale si dee intendere nel punto, nel quale quello sorge dal terreno; (2) *che, desumendosi la direzione de' fiumi dalla direzione del filone, e questa seguitando regolarmente la maggiore profondità dell'alveo, che può essere cagionata dall'azione de' ripari anche bassi; perciò il più delle volte poco, o nulla serve il fabbricarli molto alti*; (3)

Che

Che si dee avere riflesso alle cause produttrici delle corrosioni; perchè la rimozione di esse, alle volte, serve molto più, che tutti i ripari del mondo; e frequentemente succede, che la spontanea cessazione delle medesime, perchè non avvertita, dà un gran credito, benchè non meritato, ad un'opera male intesa, e peggio eseguita; quindi è, che chiunque rinvenirà le vere cagioni degli effetti perniciosi, che accadono ne' fiumi, potrà molte volte con poco di spesa, e fatica ottenere l'intento desiderato; e serva per regola universale, che *sempre più sicuro sarà il rimediare alle cause, che l'ostare all' effetto*. (4) *Che si dee scegliere tal luogo al riparo, che possa superare, non essere superato dal corso dell' acqua; che possa fare l'effetto desiderato, e darli quella direzione, che più richiederanno le circostanze*. (5) *Che qualunque riparo, obbligato a soggiacere all' impeto dell' acqua, richiede una continua vigilanza, e precauzione tanto in conservarlo, quanto in ripararlo, dove porta il bisogno*; altrimenti essendo l'azione dell' acqua continua (atta, perciò, a vincere colla lunghezza del tempo qualsisia ostacolo) facilmente verrà il caso, che il riparo sia danneggiato; ed allora bisogna rimetterlo, quando per altro se ne trovi buon'effetto; altrimenti può darsi, che, demolito il riparo, e indebolito, perciò, il fondo del fiume, il danno da esso ricevuto resti maggiore di prima.

Proposizione Ottava.

Annot. VI. *NE' medesimi supposti della proposizione antecedente, se il resistente sarà composto di parti ammovibili, e di tanta altezza, che possa sostenere l'effetto, che si dirà, sarà esso corroso inegualmente, e formerà una concavità, le cui direzioni spingeranno il corso dell' acqua alla parte opposta.*

Fig. 31. Intendasi nuovamente il fiume ABCD, di cui tutte le direzioni siano paralelle ad AB, o CD; e che correndo da C in D, incontri il resistente DE composto di parti ammovibili, come sarebbe una sponda di terreno tanto alta; che non possa essere sormontata dall' acqua: dico, che detta sponda non potrà sussistere nella situazione DE; ma corrodendosi, si ridurrà in forma di una linea curva v. g. DFG, dalle direzioni della quale sarà rivoltata la corrente, verso la sponda AB.

Posciachè essendo il moto, per le direzioni paralelle, impedito mag-

maggiormente,quanto più le linee di eſſe ſono vicine alla ſponda;
ſarà l' impeto per CD minore, che per HE; ed eſſendo DE in linea
retta , ſaranno tutti gli angoli , fatti dalle linee di direzione con
eſſa , eguali ; e perciò maggiore ſarà lo sforzo dell' acqua per la
direzione HE , che per la CD : ed in oltre, eſſendo la ſponda DE
verſo il ſuo ultimo termine (come non fortificata dall' unione , e
rincalzamento delle parti vicine) meno reſiſtente in E , che in D;
maggiore per l' uno, e per l' altro capo, ſarà l'effetto in egual tem-
po in E, che in D; e perciò in E ſi farà maggiore corroſione , che
in D ; e perchè ſimili effetti ſempre più ſi diminuiſcono , quanto
più obbliquo è l'angolo dell' incidenza ; accreſcendoſi ſempre più
l' obbliquità all'accreſcerſi della corroſione , e diminuendoſi l' im-
peto per la direzione KI,*finalmente ſi arriverà ad un'angolo KID *Annot.VII.
così acuto , che la reſiſtenza, nata dall' adeſione delle parti del ter-
reno, ſarà baſtante a pareggiare la forza dell' acqua ; e perciò la
ripa ſi ſtabilirà in DI inclinata alla corrente KI . Quindi è , ch'
equivalendo eſſa ad un reſiſtente compoſto di parti non ammovi-
bili , comincierà a ribattere la corrente verſo la ripa oppoſta AB
(*per la propoſizione antecedente*) e conſeguentemente farà voltare ,
qualche poco , la direzione LM , verſo la medeſima ſponda AB ;* *Ann.VIII.
ma perchè , voltata queſta direzione , come in LOP , farà colla
ſponda un'angolo minore di LMD; perciò, eſſendo queſta battuta
ad angolo più obbliquo , reſterà con maggiore poſſanza , per re-
ſiſtere all' impeto della direzione LM, ſe bene eſſo ſia qualche poco
maggiore di quello della direzione KI ; e perciò l' angolo LMD
ſarà qualche poco maggiore dell' angolo KID ;* al quale in fine *Annot.IX.
(cioè quando la ſponda ſia ſtabilita in P) ſarà eguale l'angolo OPN.
Nella ſteſſa maniera ſi dimoſtrerà , che l' angolo NFM dovrà eſſe-
re maggiore dell' angolo LMI &c. ma ciò eſſendo , non potrà la
linea DFG eſſere retta ; perchè la linea retta fa angoli eguali con
tutte le direzioni paralelle; adunque ſarà una curva, le cui tangen-
ti facciano ſempre angolo maggiore colle direzioni , più lontane
alla ſponda CD, cioè una curva concava, la cui ſpecie dipende dal-
la diverſa proporzione , che ha l' impeto dell' acqua alla reſiſtenza
del terreno, del quale è compoſta la ſponda ; poichè ſe maggiore
ſarà la reſiſtenza in I , con maggior forza ancora ſarà rifleſſa l' ac-
qua da I , che unita colla direzione ſuſſeguente , farà sì , che reſti
battuta più obbliquamente la ſponda; e per conſeguenza meno ſia

ella

ella corrosa; onde resti l'angolo LMI tanto maggiore. Secondo la proporzione, adunque, colla quale cresceranno gli angoli fatti dalle direzioni paralelle colle tangenti della curva DFG, sarà ella, o di una spezie, o di un'altra. Resta da provarsi, che detta curvità DFG spingerà l'acqua alla ripa opposta; ma ciò è evidente: perchè, correndo anche l'acqua sul tipo di una linea curva, che le fa sponda, viene a mutare, ad ogni punto, direzione, che è quella delle tangenti di essa; ed essendo tutte queste inclinate alla sponda CD, prolungate che siano, anderano a tagliare la ripa AB; e per conseguenza verrà ad essere indirizzata l'acqua verso di essa. Il che &c.

Corollario Primo.

DA questa proposizione apparisce, che *le corrosioni de' fiumi, arrivate, che siano a formarsi la curvità, che richiede la combinazione delle cause, e delle circostanze, non crescono di più; ma sono lasciate dal corso dell'acqua le ripe intatte, egualmente, come se fossero paralelle fra di loro, ed alle direzioni del fiume*; e su questa ragione s'appoggia la forma praticata dagli architetti ferraresi nel ripararsi dalle corrosioni del Pò grande, che è di ritirarsi addietro colle arginature, e solamente di difendersi dagli effetti delle corrosioni, cioè dalle innondazioni, con nuovi argini; ma non mai di ostare alle cause, che producono la corrosione.

Corollario II.

PErchè la forza delle direzioni, unita a quella delle riflessioni, fa accrescere l'impeto; perciò *è evidente la causa, per la quale il filone si tiene più vicino alla ripa nelle corrosioni, che ne' siti retti del fiume*; perchè, cioè, l'acqua resa più veloce, meno patisce dalla vicinanza della ripa. E similmente si manifesta la cagione, per la quale il filone, nel principio della corrosione, meno s'accosta alla ripa corrosa, di quello faccia più a basso; posciachè non solo unite le forze di più direzioni, e di più riflessioni in G, che in M, rendono l'acqua più veloce, ma anco, perchè le direzioni più violente, come HG, spingono la corrente più vicino alla ripa in G, che in M.

Corollario III.

PErciò *nelle corrosioni non stabilite, maggiore sarà il tormento della ripa in quella parte di essa, alla quale più s' accosta il filone* (questo sito sia chiamato *vertice della corrosione*) *ma nelle stabilite sarà eguale per tutto*; e perciò *in quelle corrosioni, nelle quali il filone si porta sempre più a basso, succedono delle alluvioni nelle parti superiori, e delle corrosioni nelle inferiori*.

Corollario IV.

E Perchè *i fiumi, quanto sono più larghi, tanto sono più atti, a portare il vertice della corrosione più lontano dal principio di essa*; perciò *ne' fiumi maggiori, le corrosioni prendono maggior giro*, ed occupano più terreno, internandosi nelle campagne; e conseguentemente *i fiumi più grandi hanno meno frequenti le tortuosità*.

Corollario V.

ED essendo, che nel *vertice della corrosione s'unisce il maggior' impeto del fiume*, operante per una direzione determinata, ch' è la tangente del vertice; ed incontrandosi da lì in giù le direzioni paralelle, sempre più languide, e le riflessioni più vigorose; perciò *il filone dovrà scostarsi dalla ripa corrosa sempre maggiormente*; e ciò serve *a fare ribattere la corrente verso la parte opposta, con angolo meno obbliquo*.

Corollario VI.

DAl che ne segue, che *facendosi dentro d' un fiume, disteso in linea retta*, per qualche causa accidentale, *la corrosione, v. g. della ripa destra, dovrà seguirne una*, eguale, o poco minore, *nella sinistra; e questa ne cagionerà un' altra nella destra &c.* E perciò *i fiumi, per ordinario, si vedono correre dentro alvei composti di parti, o tronchi retti, inclinati l' uno all' altro, ed uniti negli angoli con linee curve*, che sono le formate dalle corrosioni.

Corollario VII.

E Perchè, posta la medesima resistenza nelle ripe, le corrosioni succedono tanto maggiori, quanto più i fiumi sono veloci, e servendo al corso la rettitudine per renderlo più veloce: quindi

e, che

è, che *succedono maggiori quelle corrosioni, che sono imboccate, nella parte superiore, da' tronchi retti del fiume medesimo, per li quali, cioè, il fiume abbia potuta prendere quella velocità di accelerazione, che gli è permessa dalle sue condizioni*; e quà cade la considerazione di tutte quelle cause, che possono rendere più veloce il corso d'un fiume.

Corrollario VIII.

SImilmente, perchè supposta la medesima velocità d'un fiume, tanto più opera ella in corrodere la ripa, quanto più questa se le oppone rettamente; perciò *maggiori succederanno le corrosioni, quanto meno ottusi saranno gli angoli, formati dalle direzioni del medesimo fiume colla situazione della ripa dalla parte inferiore*.

Corollario IX.

PEr una simile ragione *più facilmente cederà una ripa arenosa, che una cretosa*; e perciò, *secondo la diversità della resistenza delle ripe, maggiori, o minori si faranno le corrosioni*.

Corollario X.

ESsendo, che *nelle corrosioni sempre, per lo meno, si ritarda notabilmente la velocità dell' accelerazione acquistata per lo pendio dell' alveo*; perciò *se un fiume retto incontrerà la resistenza d' una ripa*, v. g. se AB incontrerà BC *col farli rivoltare il corso* in BC, *farà la corrosione* in B; *ma* potrà darsi il caso, che *ribattuta l'acqua* in C, *non potendo* per BC *rendersi nuovamente tanto veloce*, quanto per AB; *e per conseguenza percotendo* C *con forza minore* di quella, con che ha prima percossa la sponda B, *non faccia ivi tanta corrosione*; e per conseguenza *sia la corrente ribattuta* in D *ad angolo più obbliquo, e cosi successivamente*; dal che ne può avvenire, che dopo alcune battute, e ribattute, trovando l'alveo FG retto, di nuovo s'indirizzi il corso dell'acqua per esso.

Fig. 36.

Corollario XI.

A Questi ultimi corollarj, si dee avere riflesso ne' tagli, che si fanno per raddirizzare il corso a' fiumi; nelle quali operazioni si dee avvertire per regola (1) *d' imboccare, coll' incile del taglio, il filone del fiume*; altrimenti, o egli non vi entrerà, o entrandovi di nuovo si farà tortuoso (2) *di mandare lo sbocco del medesimo taglio*,

taglio, quanto si può, a seconda del filone delle tortuosità susseguenti, se non si vogliono fare cambiare al fiume i siti delle corrosioni inferiori, il più delle volte, con grave danno. (3) *Che quando non sia possibile ottenere quest' ultima condizione, si dee fare il taglio in due linee, che facciano fra loro un'angolo, il più che sia possibile, ottuso.* (4) *Che quando non riesca di ottenere una buona imboccatura del filone superiore nel taglio, è necessario di sforzarlo ad entrarvi con qualche lavoriero fatto nell'alluvione opposta alla corrosione*; o pure con traversare la corrente, almeno in parte, con buone palificate. (5) *Che quando la caduta del taglio fosse assai grande in proporzione di quella, che avesse il fiume per le tortuosità, potrebbe questa supplire, in qualche parte, al difetto della buona imboccatura &c.*

Corollario XII.

ALle cose predette si dee anco riflettere, in destinare il luogo agli argini, che si fanno, o ad uno de' tagli predetti, o ad un nuovo alveo di fiume; perchè in ciò succedono errori infiniti, fabbricandosi alle volte argini in certi siti, che sono dovuti alle corrosioni, le quali necessariamente sono per accadere, se non sul principio, almeno, quando tutta l'acqua del fiume si porterà a correre, per gli alvei arginati: ed io potrei addurne quì molti esempj; se non stimassi meglio, di star lontano dal condannare le operazioni degli altri.

Proposizione Nona.

SE in una palude, lago, laguna &c. entrerà un fiume torbido; ivi deponendo la materia terrea, la eleverà di fondo, e si formerà l'alveo dentro di essa, in mezzo alle proprie alluvioni, prendendo quella strada, che li sarà insegnata dalla direzione della foce, dalle resistenze, che troverà, e dall' esito, se vi sia, del lago, o della palude &c.

Che un fiume d'acqua torbida, entrando v. g. in una palude, perda il moto, è manifesto per esperienza, e per ragione; siccome è fuor di dubbio, che perdendosi l'agitazione nelle acque torbide succedano delle alluvioni: resta solo da spiegare, in qual maniera possa un fiume, con esse, formarsi l'alveo, e quali siano le cagioni, che concorrono a determinare il sito di esso. Fig. 37.

Sia dunque il fiume ABC, che entri nella palude CDEFG; e sia in C lo sbocco del fiume, la cui ultima direzione sia BC; e sia in

E l'emi-

E l'emiſario di eſſa palude: dico, che per determinare il ſito al fiume da C in E, concorrono la direzione BC, il ſito di E, e gl'impedimenti, che di quando in quando incontra il corſo dell'acqua nella palude. Poſciachè egli è certo, che dovendo l'acqua, nel tronco dello sbocco, BC avere qualche velocità; ed eguale, ſe non maggiore, altezza di ſuperficie in B, che in C; dovrà il ſemplice conato dell'acqua della palude in C, cedere alla velocità del moto attuale per BC; adunque *l'acqua non ſolo correrà dentro l'alveo BC; ma prolungherà per qualche ſpazio il ſuo corſo dentro della palude v. g. da C ſino in H;* ſempre però indebolendoſi, ſino a perdere ogni moto ſenſibile. Supponiamo, che ciò ſucceda in H; adunque l'acqua entrando torbida, ſarà poi reſa ſtagnante per tutta la palude, fuor che nel ſito CH; e * perciò lateralmente a CH deporrà la torbida, e ſuccederanno delle alluvioni, le quali, colla loro altezza, chiuderanno un ſito laſciato baſſo da C in H; e per queſto continueraſſi il corſo del fiume. *Riſguardando* dunque *la ſola direzione* BC,*dovrà tal principio d' alveo diſtenderſi in una linea rettaCH, e continuarſi ſempre la medeſima*,elevandoſi maggiormente le ſponde laterali,ſino a ſopravvanzare la ſuperficie dell'acqua della palude, conſtringendo con ciò il fiume a continuare il ſuo corſo per un'alveo nuovo,*ed a prolungare lo sbocco dentro la palude ſempre a dirittura.*

*Annot. X.

Ma, *ſe qualche coſa ſi opponeſſe al moto dell' acqua per la direzione CH;* come erbe, arbori &c. (che ſono aſſai famigliari alle paludi,) o ſoffij di venti, o correntie d'altre acque, abbenchè occulte, ed inſenſibili; come per eſempio, ſe dentro d'una palude piena di un canneto, o di erbe, foſſe aperta una ſtrada ſenza impedimento, come CI; allora, perchè la direzione per BC, uſcita l'acqua dallo sbocco C, ſempre s' illanguidiſce, *farebbe bene il fiume qualche sforzo, per iſpingerſi in CH,* e ſul principio ne prenderebbe, per qualche picciolo ſpazio, la linea; *ma finalmente vinto dalle reſiſtenze, ſarebbe obbligato a prendere a un dipreſſo la ſtrada meno impedita per* CI. Lo ſteſſo ſuccederebbe, *ſe nella direzione CH s' incontraſſe qualche reſiſtente, valevole a rivoltarla ad altra parte,* e per far ciò non ſi richiederebbe gran forza,pur che eſſo reſiſteſſe più delle parti vicine; perchè, in tal caſo, *l'impeto in gran parte perduto, facilmente indirizzerebbeſi ad altra parte.* E da queſto principio naſcono i molti rivoli, o rigagnoli, ne' quali ſi dividono i fiumi, che mettono la foce nelle paludi di poco fondo.

E'con-

E' considerabile in questo caso un'altra sorte di resistenza, che nasce dall'inegualità del fondo della palude, la quale, sebbene sul principio nulla opera, nel progresso però cagiona un'impedimento maggiore di ogni altro. Poichè supposto, che il maggior fondo sia in CHKLE; egli è certo, che facendosi deposizioni eguali in que' siti, ne' quali l'acqua egualmente stagna, ed è egualmente torbida; necessariamente dovrà succedere, che ne' siti laterali a' fondi continuati CHKLE, dovranno le alluvioni elevarsi più presto sopra la superficie della palude, che nel mezzo; e conseguentemente formeranno, come un' alveo, dentro il quale dovrà il fiume prendere il suo corso; e perciò *molte volte i fiumi, che hanno esito nelle paludi, e lagune, seguitano, nel formarsi che fanno l' alveo dentro le proprie alluvioni, la via delle maggiori profondità di esse paludi*. Per la stessa ragione operano tutte le cause, che fanno una strada, o più aperta, e spedita; o più bassa d' un' altra, come sono, oltre le tagliate delle erbe, qualche picciola escavazione; e la via tenuta da' navicelli nel passare da un luogo all' altro; perchè in tali siti, l'acqua posta come in equilibrio, seguita la via delle minori resistenze.

Finalmente *supposto, che la palude &c. non possa avere altro sfogo, che in E*, è manifesto, che *l' acqua portata dal fiume in essa, dovrà avere corso considerabile in E*, e che, *non potendo il fiume avere sfogo in altra parte, finalmente* bisognerà (quando anche dovesse prima circuire tutta la palude) *che arrivi al luogo dove comincia il corso dell' acqua, che esce per E, col quale combinandosi quello del fiume, s'incamminerà a quella parte medesima*. Egli è dunque dimostrato, che *le tortuosità, o sinuosità de' fiumi, i quali si formano l' alveo colle alluvioni, debbono la loro situazione, parte alle direzioni dello sbocco del fiume inalveato; parte alle resistenze trovate dentro la palude; e parte al sito dell' emissario della medesima*. Il che &c.

Non si dee però credere, come pure si è accennato di sopra, che tal fiume, inalveandosi, seguiti con un ramo solo, una sola direzione; anzi piuttosto, secondo la diversità delle cause vicino allo sbocco, si dovrà dividere in moltissimi rami, divisi anch'essi in altri minori, i quali a poco a poco, saranno lasciati dal fiume, e serrati colle alluvioni, a misura della forza, che prenderà per uno di essi il più facile, e meno impedito; dimodochè rare volte succede, che si mantengano più rami insigni, se il fiume non ha, o

Aa no-

notabile abbondanza d'acqua, o ne' rami diversi, un certo equilibrio di condizioni, non così facile da succedere.

Ecco dunque da quante cause può provvenire, che i fiumi si facciano tortuosi, e come avvenga, che tali si mantengano: succede ora da esaminarsi, quali siano gli effetti di essi, e quali quelli de' fiumi retti; ma prima è d'avvertire, che *i fiumi, i quali corrono in ghiara difficilmente ponno mantenere la rettitudine*: perchè spingendo essi sregolatamente, e con moto lento, le ghiare, molte volte le ammassano, e le lasciano, al cessare della piena, nel mezzo del proprio corso: ond'è, che facendosi dossi, sforzano questi la corrente a voltarsi da quel lato, ove, trovando qualche volta materia poco resistente in tempo di acqua bassa, può profondare un nuovo alveo, e fare come una chiamata alla piena sopravveniente. Di quì anche nascono, la moltiplicità de' rami, che hanno i medesimi fiumi in ghiara, le isole, che dalla divisione, e riunione di detti rami derivano; * ed in oltre la continua variazione del letto, e del filone, osservandosi ad ogni piena, in ciò, qualche notabile mutazione. Quindi è ancora la larghezza soprabbondante degli alvei ghiarosi, e la poca sicurezza, che si ha da' ripari fabbricati per difesa delle ripe; e conseguentemente il poco frutto, che si ricava da' mezzi, che si adoprano per mutarli di corso, ed obbligarli a correre, quanto più si possa, rettamente; potendosi dire, che *i fiumi in siti simili siano, quasi indomabili*, o almeno richiedano una più che ordinaria vigilanza, ed assistenza per essere mantenuti in dovere; e ciò è sempre tanto più vero, quanto le ghiare, o sassi sono più copiosi, e più grandi di mole. Al contrario *i fiumi, che corrono in sabbia, sono molto più maneggiabili*, per la, quasi intera, uniformità della materia, della quale viene composto l'alveo; *e perciò essendo diritti, facilmente si conservano, e le loro botte più agevolmente si difendono*; e mantenendosi il corso, quasi sempre, nel luogo medesimo, *non hanno bisogno di tanta larghezza di letto*; onde in molti casi è facile di mutare loro l'alveo, o con cavi proporzionati, o con ripari ben' intesi, o con accrescimento di caduta, o con maggiore facilità di sfogo; regolandosi in questi casi la maggiore, o minore facilità, dalla considerazione della velocità del corso dell' acqua; dalla direzione, ed impeto in essa impresso; dalla situazione della ripa &c.

* Annot. XI.

Passando ora agli effetti de' fiumi retti, e tortuosi, facilmente si pon-

si ponno quelli dedurre da ciò, che abbiamo fin' ora detto. E prima, * *i fiumi retti mantengono più scavato il loro letto, i tortuosi meno*: e la ragione si è; perchè essendo la linea retta tirata dal principio al fine del fiume, la più corta, ed essendo la caduta proporzionata alla longhezza del corso; ne segue, che conservando lo stesso alveo la medesima declività, debba essere più alto il fondo nel principio del fiume tortuoso, che del retto, quando nell' uno, e nell' altro si trovi la medesima distanza de' termini.

* ANNOT. XI

Per esempio, supponiamo, che l' origine d' un fiume sia distante in linea retta dalla foce del medesimo, cento miglia; e richieda un piede di caduta per miglio; certo è adunque, che tutta la caduta necessaria a questo fiume, sarà di cento piedi; e tanta dovrà essere l' elevazione del principio di esso sopra il fondo della sua foce, qualunque volta abbia esso il corso per detta linea retta. Ma se il medesimo colle sue tortuosità s' allungasse la strada, fino a cento cinquanta miglia; altrettanti piedi vorrebbe egli di caduta (tralascio di considerare in questo luogo la differenza, ch' è tra un fiume retto, e un tortuoso, la quale fa, che il primo a cagione delle minori resistenze, riesca più veloce, e meno declive del secondo) e perciò dovrebbe il principio del fiume essere più alto, che nel caso precedente; il che è vero, anche di tutti i siti del fiume, paragonando la loro distanza dalla foce per la linea retta, e per la curva; quindi è, che desumendosi la profondità del fiume dalla distanza del di lui fondo dal piano della campagna, *se la caduta di questa sopra il fondo dello sbocco, sarà maggiore di quella, ch' è dovuta al fondo del fiume, necessariamente correrà questo incassato nel terreno; e tanta sarà la profondità, quanta la differenza tra la caduta maggiore della campagna, e la minore del fondo del fiume*; E perchè la caduta de' fiumi, tanto fassi maggiore, quanto è più lunga la linea del loro corso; però *può darsi il caso, che un fiume correndo rettamente al suo termine, abbia il suo fondo assai basso sotto il piano della campagna; ma facendosi tortuoso, e per conseguenza elevandosi, abbia bisogno di argini, per essere trattenuto, che non innondi*. Il paragone della caduta della campagna con quella, ch' è necessaria al fiume, fa anche conoscere, quale sia la causa, che alcuni fiumi camminino per fondi elevati sopra il piano del terreno contiguo; che altri corrano affatto incassati dentro la campagna, e ch' altri si profondino di soverchio, dentro

tro le viscere di essa; la medesima comparazione può portarci anche alla cognizione de' rimedj opportuni, per impedire la nociva elevazione del fondo de' fiumi, e le estreme loro profondità; *Ne' fiumi però che hanno il fondo orizzontale, la rettitudine, o tortuosità degli alvei, non contribuisce cosa alcuna al maggiore, o minore profondamento*; ma la sola copia dell' acqua, che, quanto è maggiore, mantiene più basso il fondo del proprio letto: la caduta sì della campagna opera qualche cosa, paragonata alla cadente del pelo del fiume; perchè, *se la caduta del terreno sarà maggiore di quella, che tira seco la declività della cadente del pelo d' acqua nelle massime piene, non vi sarà bisogno d' argini al fiume*; e perchè, anche in questo caso, la linea più lunga ricerca maggiore caduta, *può essere, che la tortuosità induca una necessità di arginature, che forsi non si avrebbe, se il fiume camminasse retto*; * *la tortuosità* dunque, in questo caso, *potrà ben fare elevare il pelo dell' acqua, ma non il fondo dell' alveo*.

* Ann. XIII.

Le altre proprietà de' *fiumi retti* sono, ch' essi, come si è dimostrato, *conservano il loro maggior fondo nel mezzo dell' alveo*, restando le altri parti in ciascheduna sezione omologamente disposte; e perciò non si scava il loro fondo più in un luogo, che nell' altro: non si fa alcun gorgo, o inegualità di letto, che accidentalmente; e stabilita che sia la loro larghezza, non alterano la situazione delle proprie *ripe*; le quali perciò *non fanno altra forza, che di sostenere l' altezza dell' acqua nella medesima maniera, che farebbero, se fosse stagnante, cioè in proporzione della propria altezza*. Ma al contrario *i fiumi tortuosi portano la maggior profondità degli alvei, ora verso una ripa, ora verso l' altra, e la linea del filone dell' acqua è sempre più curva di quella delle ripe, accostandosi alle parti concave delle rotte; e scostandosi dalle convesse*; perlochè ne nasce, da una parte la generazione delle spiagge, e delle alluvioni, o arenai; e dall' altra, anche frequentemente, la corrosione delle ripe, che sogliono in detti siti, avere al piede gorghi profondi. *Il carico, che portano le sponde battute dalla corrente del fiume, è molto maggiore, che ne' fiumi retti*, come non fatto dal solo conato; ma dall' impeto dell' acqua, del quale è tanto maggiore la forza, quanto l' energia della percossa supera lo sforzo della sola gravità. S' aggiunge, che *ne' fiumi retti, le direzioni del corso procedono paralelle alle sponde*; e perciò non ponno cagionare que' vortici,

ci, che solo nascono dalla combinazione di diverse direzioni insieme, e che sono tanto frequenti, ne' fiumi tortuosi, con danno indicibile delle sponde.

Procede anco dalla curvità degli alvei un'effetto assai considerabile, ed è *la direzione, che ha il fondo dell' acqua, diversa da quella del mezzo, e della superficie*; dal che ne nasce, che le piene maggiori, alle volte, mostrano di battere la ripa opposta in un luogo, le mezzane in un'altro, e l'acqua bassa in un'altro. Ciò deriva, perchè camminando il maggior fondo, colla medesima curvità delle alluvioni, e delle spiagge, che sono nel fondo del fiume; la corrente del fondo segue la direzione di questo; ma quella, che essendo più alta, copre tutte le spiagge quanto è in sè, s' accomoda alla curvità delle sponde delle golene, che per lo più non sono paralelle alla maggiore profondità dell' alveo; e finalmente le piene più alte, coprendo il piano delle golene, prendono qualche direzione dalla situazione degli argini, i quali non mai secondano la curvità delle medesime; ma, il più delle volte, servono di corda al loro arco. Queste diverse direzioni però non si conservano così independenti l' una dall' altra, che non vengano di quando in quando alterate; e perciò combinandosi tutte, e tre, il filone batte la ripa in un sito; cessandone una, cioè la superiore, l' incontro del filone con la ripa si fa in un'altro luogo; e finalmente, non essendovi, che la direzione più bassa, di nuovo si muta sito. E perciò si dee avvertire, nel destinare i luoghi a' ripari, che si formano per difesa delle corrosioni, di non avere unicamente riflesso al filone dell' acqua bassa; ma bensì di considerare, anche lo stato mezzano, e sommo delle piene del fiume.

L' altezza maggiore, che ha l' acqua corrente nella parte concava delle botte, è un' effetto non disprezzabile delle tortuosità degli alvei; poichè, siccome in quel sito gli argini si ricercano più vigorosi, più larghi, e di miglior construzione; così devono essere più alti, acciò l' acqua non trabocchi dalla sommità di essi, e tanto devono essere più alti, quanto più sono vicini al vertice della corrosione; perchè ivi è anche maggiore l' altezza dell' acqua; e perciò nella construzione, o riparazione degli argini, non occorre sopra d' una linea uniformemente declive, regolare il piano superiore di essi; ma piuttosto giova tenerlo (col prendere norma dal pelo di una piena) tanto più alto, quanto si può credere, che

ba-

basti, a sostenere una piena straordinaria, quando ella venisse.

Sebbene pare, che gli effetti delle tortuosità de' fiumi siano tutti perniciosi; nulladimeno (perchè anche nel male si trova sempre misciata qualche cosa di bene) oltre l'utile, che ricavano i possessori de' fondi contermini alle alluvioni, v'è alle volte qualche cosa di necessario all'economia universale de' fiumi; posciachè i giri di essi (particolarmente se sono reali) ponno, secondo il bisogno, avvicinare, o allontanare gli sbocchi de' fiumi influenti, all' origine di essi; e per conseguenza accrescere, o sminuire la necessaria caduta; ch'è un punto assai considerabile nella condotta dell' acque; ma di ciò parleremo più ampiamente nel Cap. *9.* Si dee però avvertire, che la direzione de' fiumi s' intende in due maniere; l' una cioè universale, l' altra particolare. La direzione universale non tiene conto delle picciole curvità, che ha l'alveo d' un fiume, quando anche fossero tali, che spingessero le correnti, in un luogo a levante, nell' altro a ponente; ma solo mette a capitale la strada, che tiene il fiume, prescindendo da esse: così vien detto da' geografi, che il Pò camina da Ponente a Levante, che il Danubio nell' Austria tiene la medesima strada, nell' Ungheria volta a sirocco, dopo Belgrado ritorna verso Levante; e vicino a' suoi sbocchi nel Mar nero, tende verso Greco; e queste sono le tortuosità, che ponno essere utili, ed instituite con qualche fine dalla natura; ma la direzione particolare è quella, che gode la corrente, o filone in ciascheduna parte dell' alveo, e della quale si tiene conto da chi pretende, fare una pianta esatta di un fiume in una carta di corografia, nella quale si voglia esprimere lo stato di esso, con ogni maggiore diligenza; e queste picciole tortuosità, rare volte avviene, che portino vantaggio; anzi sono abborrite dall' universale degli uomini, che tutto 'l giorno s' affaticano, o per toglierle, o per impedirne gli effetti dannosi.

E congenea alla materia di questo Capo la quistione promossa dal Varenio nella sua geografia generale lib. 1. cap. 6. prop. 8. Se gli alvei de' fiumi siano stati fatti dalla natura, o dall' arte? Egli distingue i fiumi contemporanei alla terra, da quelli, che hanno avuta la necessità di avere formati gli alvei, dopo la creazione del globo terracqueo. circa i primi non ispiega il suo sentimento; ma circa gli ultimi si dà a credere, che abbiano gli alvei manufatti, assumendo per fondamento della sua opinione, l' osservarsi, che le

nuo-

nuove fontane, nello scaturire che fanno dalla terra, non iscavano gli alvei per lo corso delle acque proprie, essendo perciò necessitate a spandersi per li terreni vicini: che molti alvei sono stati fatti per opera umana, desumendone la certezza dalla fede indubitata delle storie: e finalmente, che i fonti, o sorgive, le quali scaturiscono dalle pianure, generano paludi, per essiccazione delle quali bisogna scavare fosse, che divertiscono da esse le acque: e in fine conferma il suo sentimento col dire, che molti fiumi siano stati uniti, per artificio d'uomini, ad altri, coll'esempio del Tanai, dell'Eufrate, e della Volga; e che perciò si debba credere il simile di tutti gli altri.

Io, siccome non ardirei di negare, senza motivo, fatti d'istoria, così non posso dubitare, che le acque d'alcuni fiumi non corrano per alvei scavati a mano, sapendosi, che quelle del Pò furono unite in un sol'alveo da Emilio Scauro; che la Brenta è stata cambiata di alveo dalla serenissima Repubblica di Venezia; così il Lamone, ed il Reno nostro dalla santa Sede; per non dire delle fosse tirate dal Nilo ad Alessandria da Alessandro Macedone; di quelle fatte da Druso per lo Reno; da Tiberio per lo Tevere &c. Ma per l'altra parte, sono ben di parere, che la maggior parte de' fiumi siano stati fatti dalla natura, e che, lasciandola operare da se sola, ella formerebbe col tempo gli alvei a tutte l'acque: come di molti, formati per sola disposizione di cause naturali, se n'hanno indizj evidenti. Poichè, se si considera la parte più alta della terra, cioè quella, che noi chiamiamo montuosa, si può ben facilmente comprendere, che le spaccature, le quali in essa da per tutto si trovano, per lo fondo delle quali scorrono i rivi, i torrenti, ed i fiumi, e che sono, come termini divisorj d'una montagna dall'altra; è facile, dico, comprendere, ch'esse sono state fatte dalla forza dell'acque, che le ha scavate col corso, nella maniera già diffusamente spiegata nel Capitolo antecedente, osservandosi molte volte, che dalla maggiore, o minore profondità, viene determinata la distanza delle cime de' monti, che soprastano, dall'una, e dall'altra parte, al corso del fiume, abbenchè, a ciò fare, anche concorra la condizione della materia, di che sono formate, sì le montagne, che i fondi degli alvei. Quindi è, che per impedire l'escavazioni superflue, e dannose, ed i dirupamenti della terra ad esse succedenti; sono obbligati gli abitanti di fare, e mantenere un'infinità di chiuse,

ſe, che ſono ſabbriche, per lo più, di legnami, o di ſaſſi, le quali colla loro altezza ſoſtentano il fondo de' torrenti alla neceſſaria altezza.

Non può intenderſi una fonte di nuova origine, che abbia qualche abbondanza d'acqua, e che col continuo aumento, uſcendo dal proprio ricettacolo, e trovando eſito a qualche parte, verſo il mare, non incontri, o un declivio, per lo quale ſcorra; o una caduta, dalla quale precipiti, la quale eſſendo grande più del dovere, è neceſſario, ſuccedano eſcavazioni, che ſono quelle, che danno l'eſſere agli alvei: quando queſte hanno potuto farſi ſeguitamente, ſi ſono formati i letti continuati; ma incontrandoſi oſtacoli da tutte le parti, ed eſſendo sforzata l'acqua ad elevarſi di corpo, per trovare l'eſito ſopra gl' impedimenti, ſi ſono formati i laghi, che ſervono di temporaneo ricettacolo a' fiumi, e talora ſi ſono fatte caterate, o caſcate d'acqua, quando nella dirittura dell' alveo, l'acqua ha trovati impedimenti, i quali non ha potuto ſuperare, col roderli; e che perciò hanno ſoſtentata la parte ſuperiore dell' alveo più alta dell' inferiore. Accade talvolta, che i fiumi, ſcorrendo fra' monti, trovano voragini, che li aſſorbiſcono: e però ſono interrotti i loro alvei dalle montagne, che ſtanno in faccia del loro corſo: queſte voragini, o hanno eſito al mare, o pure trasfondono le loro acque di nuovo ſopra la terra, o formano nuovi fiumi: e queſta è la ragione, per la quale ſe ne trovano di quelli, che entrano in laghi, ma non ne eſcono, e che alle volte ſi vedono ſcaturire dalla terra fiumi ben grandi piuttoſto, che fontane, delle quali l'origine è tanto lontana, che non ſe ne tien conto. Troppo lungo ſarebbe il voler quì rendere la ragione di tutti gli accidenti, che ſi oſſervano ne' fiumi dentro le valli delle montagne; ma ſarà ben facile a chi che ſia, ſulla norma delle coſe dette di ſopra, d'indagarne le cauſe; onde paſſeremo a diſcorrere degli alvei, fuori delle foci de' monti.

Io credo aſſai probabile, che poche ſiano nel mondo le pianure, che non ſiano figlie delle alluvioni de' fiumi, eſſendo ſtate per l'innanzi, o ſeni di mare, o paludi; poſciachè, ſe ſi oſſerverà la condizione del terreno diſpoſto in iſtrati di ſabbia, o di terra, come nel cavamento de' pozzi, o altri ſimili, ſi riſcontra; e ſe ſi farà riſleſſione, alle materie in caſi ſimili trovate, cioè a dire, a pezzi di barche, giunchi, ed alleghe marine, come riferiſce il Bertazzolo, eſſe-

essere accaduto nel cavare i fondamenti del sostegno di Governolo sul Mantovano; ed in oltre se si considereranno l' istorie antiche, come di Erodoto, che asserisce tutto l' Egitto essere composto di terra portata dal Nilo; e che la Lombardia bassa, quasi tutta è bonificata, dopo due mill'anni, dalle alluvioni del Pò, e d' altri fiumi, che scendono dall' apennino, e dall' alpi; e finalmente * se si avvertirà, che i fiumi, che scorrono per le pianure, hanno, in gran parte, bisogno d' argini, che vuol dire, che senza d' essi sarebbero soggette le campagne alle innondazioni d' acque per lo più torbide (alle quali vanno necessariamente connessi gl' interrimenti) bisognerà dire, che, siccome levando tutte le opere manufatte, le pianure si ridurrebbero in paludi, così prima, che fossero formati gli argini, non può essere di meno, che i piani delle campagne non si andassero elevando sempre più, col beneficio dell'acque torbide; e che perciò nel principio delle cose, fossero siti innondati, forse anche dall' acque del mare: ciò fa vedere, che gli alvei de' fiumi nelle pianure non sono fatti, come quelli fra i monti, per escavazione; ma solo per alluvione, cioè con la deposizione delle materie terree portate dall' acque.

* Ann. XIV

Egli è manifestissimo per un' evidentissima ragione, e per un' esperienza sempre costante, che i fiumi torbidi, i quali hanno il loro sbocco nelle paludi, nelle lagune, o anche in seni, e spiagge di mare di poco fondo, si formano le ripe da se medesimi, ed alzando il fondo de' proprj ricettacoli, fanno loro cambiare natura, riducendoli in istato di terreno fertile (come è indubitato, essere succeduto a tutto il Ducato di Ferrara, a una gran parte di quello di Mantova, del Bolognese, del Modanese, del Mirandolano, della Romagna &c.) e che dentro gl' interrimenti, formano, e conservano l' alveo proprio: e perchè le acque vaganti facilmente perdono la direzione, secondando quella d' ogni picciolo impedimento, come si è dimostrato nell' ultima proposizione; quindi è nata la tortuosità de' fiumi nel loro primo nascimento, inclinata però sempre, secondo la direzione universale, verso quella parte, dove l' acqua ha trovato più facile l' esito, e dove la maggior caduta l' ha destinata. Quindi è, che la superficie delle campagne viene a un dipresso, ad essere disposta sul tipo della cadente della superficie de' fiumi, la quale avrebbe precisamente imitata, se la necessità dell' abitazione, non avesse obbligati gli uomi-

Annot. XV. mini ad efficcare le campagne coll'artificio degli argini: accidente, che fa, che il piano di esse resti in molti luoghi più declive, e finalmente più basso, del fondo de' fiumi; e che perciò richiedasi altezza maggiore di argini, per difenderle. Al contrario ne' luoghi, dove l'espansioni hanno avuto più lungo tempo da operare; dove l'acque sono state più torbide; e dove si sono unite più cause simili; ivi si sono fatti maggiori gl'interrimenti, e, quantunque i siti siano più lontani dalla fonte del fiume, nulladimeno hanno il piano di campagna più alto, come si osserva nelle confluenze degli alvei formati in questa maniera.

E' anche regola generale, che le pianure fatte per alluvione, sono più alte alle sponde de' fiumi, e scostandosi da queste sempre si rendono più basse; e perciò ne' siti di mezzo a' due fiumi s'osserva una concavità seguita, dove l'acqua piovana delle campagne s'unirebbe, se la provvidenza degli uomini non avesse scavato in que' luoghi fosse proporzionate, a ricevere l'acque degli scoli particolari delle campagne, ed a scaricarle, o nelle parti più basse de' fiumi medesimi, o al mare, o in paludi, secondo la contingenza. Ciò però è vero, qualunque volta il fiume, prima d'essere stato arginato, non abbia mutato sito da un luogo all'altro, in maniera da fare alluvioni, quasi, per tutto, eguali; o non siano state trattenute le torbide dentro il circondario degli argini particolari, a ciò destinati; perchè in tal caso gl'interrimenti succedono, quasi orizzontali. Le osservazioni di queste particolarità, che regolarmente si fanno nelle pianure, danno ben'a conoscere, che gli alvei de' fiumi, che le bagnano, sono, per lo più, fatti per alluvione, dalla natura, non dall'arte; e che quando questa v'ha luogo, si danno indizj tali da conoscerlo, anche prescindendo da qualsisia notizia di fatti antichi.

I condotti dell'acque piovane riconoscono ben tutti il loro essere dall'artificio degli uomini, se non quanto, alcuna volta, ponno avere per canale l'alveo derelitto d'un fiume, o altra simile concavità naturale. Lo stesso s'intende dell'acque de' fonti, che nascono nelle pianure, se esse sono in poca quantità; poichè tanto queste, quanto quelle, per correre regolate, richiedono escavazioni di canali; e la ragione si è, perchè, essendo chiare, non ponno deporre materia alcuna; e perciò non vagliono a farsi l'alveo per alluvione, e perchè scorrendo per campagne, che hanno, a un di-

pres-

preſſo, il declivio richieduto dal fiume, non ponno, eſſendo molto minori di corpo, fare eſcavazione alcuna; e per conſeguenza profondarſi un'alveo ſotto il piano della campagna. Egli è dunque neceſſario, che ſopra de' terreni ſi ſpandano, e ſcorrendo ſempre ad occupar' i luoghi più baſſi, proccurino l' uſcita da qualche parte, la quale, eſſendo l' acque vive, troveranno finalmente, ſe non altro, coll'alzamento della ſuperficie, che rendendoſi, o per ſorgive temporanee, o per eſpanſioni di qualche fiume &c. ſuperiore agli oſtacoli, li ſormontarà; e ſopra di eſſi acquiſtando quell' altezza, che, proporzionata alla larghezza, e velocità, è neceſſaria per iſcaricare tutta l' acqua, che di nuovo ſi va ſomminiſtrando, terrà occupate, ed innondate tutte all' intorno, le campagne, che ſaranno più baſſe del livello dell' uſcita dell' acqua, nella ſteſſa maniera appunto, che ſuccede ne' laghi. Ma non eſſendo le acque perenni, può darſi il caſo, che ſiano sì baſſi gl' impedimenti da ſuperare, ch' ogni poca altezza d' acqua baſti, per iſcaricarne una parte, e ceſſando l' afflusſo (ſiaſi, o per ſiccità, o per altro) ceſſi il corſo fuori dello ſtagno, e l' acqua impedita reſti trattenuta, fintantochè il Sole, o il vento la conſumi in vapori; o pure ch' eſſa da ſe medeſima s' imbeva ne' pori della terra.

* Quindi è, che per eſſiccare gli ſtagni, e le paludi, mezzi proporzionati ſono, o la diverſione dell' acque, che le fomentano, e mantengono; o la rimozione degl' impedimenti, che le ſoſtentano ad un' altezza non neceſſaria: che vuol dire, l' eſcavazione d' emiſſarj, e canali proporzionati; ovvero in ultimo luogo, quando ogni altro mezzo ſi riconoſca fruſtraneo, la immiſſione di acque torbide, che elevino il fondo della palude, uguagliando con ciò le concavità, che ſervono di ricettacolo all' acque ſtagnanti. L' elezione dell' uno, o dell' altro di queſti mezzi, dipende dalla conſiderazione di tutte le circoſtanze; poichè, ſe vi ſarà luogo a propoſito per divertire, o regolare le acque, che hanno il loro sfogo nelle paludi; ſano conſiglio è di praticar queſto mezzo, qualunque volta però il fondo di eſſe ſia tant' alto, quanto baſta per tramandare al ſuo termine le acque, che ſopra vi pioveranno.

*Ann. XV

Ma, ſe avendo il fondo della palude queſta ultima condizione, ſarà effetto de' ſoli oſtacoli, la ſtagnazione, e la elevazione dell' acque; in tal caſo baſta, colla rimozione degl' impedimenti, da-

re sfogo proporzionato all' acqua ristagnata, e portarla per canali manufatti a qualche termine reale; ed occorrendo, scavarne degli altri per mezzo della palude, che servano a dar passaggio all' acque, che dentro vi mettono, o che devono uscirne: e finalmente, se il fondo della palude non avrà la caduta necessaria al suo scarico, è d' uopo di proccurargliela con l' arte, elevandole, con l' acque torbide, il fondo, il quale ridotto, che sia ad un' altezza sufficiente, bisogna poi praticare uno de' due mezzi suddetti; senza di che mai non si arriva ad una perfetta esiccazione.

Giacchè siamo entrati a discorrere delle paludi, non sarà che bene, per fine di questo capitolo, di avvertire una considerazione assai necessaria alla materia, di cui si tratta. Alcuni hanno creduto, che le paludi siano un' errore della natura; e che perciò bisogni sempre cercare di correggerlo. Io però le stimo in molti casi, non so, se mi dica, o una necessità, o un' artificio della natura medesima, la quale somministra agli uomini il comodo, di tenere asciugate campagne vastissime, col sottometterne all' innondazione una picciola parte; poichè, prima egli è evidente, che molte terre sono così poco alte sopra il termine, il quale dee dar loro lo scolo, che se l' acque, anco scolatizie, dovessero unirsi in un' alveo solo, continuato fino al termine predetto, dovrebbero avervi altezza tale, che manterrebbe pantanoso tutto il terreno vicino, cosa, che non succede, quando l' acque escono presto da' loro condotti, e trovano un' espansione, e profondità considerabile, dove trattenersi per qualche tempo, e fino all' estate, che può in gran parte consumarle; quindi è, che si trovano molti stagni, che non hanno esito alcuno, e servono ne' tempi piovosi, come di picciolo mare, a dare ricetto alle acque delle campagne contigue. (2) Molti fiumi scorrono per campagne, e danno ricetto agli scoli delle medesime; perchè, entrando nelle paludi, mantengono il loro fondo più basso, che non Fig. 37. sarebbero, interrito che fosse il fondo delle medesime. Sia AB il fondo stabilito di un fiume, influente in una palude, di cui la superficie orizzontale sia BC, e che, uscendo dalla medesima, scorra per lo fondo CD paralello ad AB; e sia EF il piano della campagna superiore alla palude: ciò posto, egli è evidente, che la campagna EF può avere scolo, sì nel fiume AB, sì anche, e mol-

molto meglio, sopra il pelo della palude BC; ma interrita, che questa sia, egli è certo, per le cose dette di sopra, che il fondo AB si eleverà in GC, per mantenere la caduta proporzionata al suo corpo d'acqua; e perciò non potranno le campagne avere più lo scolo, nè nel fiume, nè nella palude; ma solo nella parte inferiore CD, il che può essere impedito per più cause, cioè, o per l'unione di qualche altro fiume; o pure perchè s'incontri la spiaggia del mare, che suol' essere d'impedimento allo sbocco de' piccioli condotti; e perciò, non potendo l'acque piovane avere più ricetto, bisognerà, che restino a coprire le campagne, dalle quali prima derivavano, il che maggiormente accaderà a que' siti, che necessariamente deono avere lo scolo nella parte del fiume, superiore al punto C. Casi simili, derivati dal prolungamento degli alvei dentro le paludi, si vedono frequenti nel nostro territorio di Bologna, nel Ferrarese, e nella Romagna; perchè * essendo le campagne disposte, a scolarsi sopra il pelo basso dell'antica padusa, ch' era orizzontale a quello del mare; ed essendosi questa divisa in più parti, ed alzata di fondo, e di pelo, per le alluvioni; si vedono quasi tutti i fiumi obbligati a scorrervi dentro, così alzati di letto, che restano superiori di molto al piano delle campagne, negando con ciò lo scolo a' terreni; anzi innondandoli, ed ampliando, ogni dì maggiormente, le paludi, in vece di renderle fertili; come sembra, che dovrebbe succedere, dopo gli interrimenti, a chi non è capace di considerare, a quale altezza dovrebbero questi elevarsi, per potere scolarsi dentro gli alvei de' fiumi vicini; mentre per l'impedimento degli altri fiumi inferiori, non ponno avere la strada aperta al mare per cavi separati. Questa è la ragione, per la quale non sempre sono utili le bonificazioni per alluvione: bensì quelle per efficcazione, particolarmente, quando si fanno per via di diversione di acque copiose, e per rimozione degli ostacoli, che fanno stagnanti le acque; essendo per altro (fuorchè ne' casi, ne' quali le terre hanno pochissima pendenza al termine dello scolo) insensibile l'effetto del prolungamento de' cavi manufatti, particolarmente, quando questi si mantengono espurgati, ed escavati alla dovuta profondità.

* Ann. XVII.

AN-

ANNOTAZIONI
AL CAPO SESTO.

ANNOTAZIONE I.

(Al coroll. 2. della prop. 2.)

L'*Acqua anch'essa . . . . se entrerà a scorrere sopra un piano con qualche direzione, ed impeto &c.*

Intendesi in questo luogo, che il piano sia inclinato, e che l'acqua vi entri con direzione obbliqua, cioè per linea non perpendicolare alla comune sezione di quel piano coll'orizzonte, affinchè si possa applicare all'acqua ciò, che l'Autore ha considerato ne' corpi solidi in questa seconda proposizione, in ordine alla quale ci sarebbe occorso di notare qualche altra cosa per trattare più accuratamente una tal materia, ma ciò ne avrebbe condotti troppo in lungo, nè per altro sarebbe stato di gran rilievo in ordine alla considerazione de' fiumi, che è il nostro principale assunto.

ANNOTAZIONE II.

(Al coroll. 3. della prop. 2.)

B*En' è vero, che in questo caso le ripe non si alzeranno egualmente, ma più si eleverà in egual tempo quella, che risguarda la parte più alta del piano.*

Anche quando l'alveo si formasse dalla forza dell'acqua per escavazione è manifesto, che la ripa, che risponde alla parte più alta del piano dee rimanere più alta, e il fondo oltre la sua pendenza per lo lungo del corso del fiume dee pendere per traverso dalla parte più elevata del piano verso la più bassa, rimanendo concava lungo la ripa meno elevata, come facilmente si può intendere, considerando che da questa parte si terrà il maggior corpo d'acqua, e vi escaverà con maggior forza.

ANNOTAZIONE III.

[Al corrol. 5. della prop. 2.]

D*Opo di che finalmente si ridurrà a formarsi l' alveo parallelo a GH (Fig. 25.)*

Può darsi, che la curvità dell'alveo si prolunghi tant'oltre, che prima di ridursi alla direzione GH, o s'incontri in un recipiente, in cui il fiume abbia il suo termine, o finisca il piano inclinato AD, per cui si supponeva scorrere, e un'altro ne succeda in altra positura, il quale di nuovo obblighi il fiume a distornarsi per altre strade senza poter mai giugnere a prender la detta direzione; e quindi è, che le linee degli alvei de' fiumi non sempre si veggono tirate per quel medesimo verso, secondo cui è diretta la linea della maggior declività delle pianure, per le quali camminano.

ANNOTAZIONE IV.

(Alla proposiz. 7.)

E *Arrivato in B (Fig. 30.) incontri il resistente BE.*

Benchè l' Autore non abbia specificato cosa alcuna in ordine alla positura del resistente, di cui parla, nulladimeno dal contesto della sua dimostrazione, e dalla figura, a cui questa si riferisce, abbastanza si scorge intendersi da lui per resistente un riparo manufatto attaccato ad una delle ripe del fiume, il quale faccia con essa, e colla direzione del fiume un'angolo ottuso, o almeno non acuto dalla parte superiore, e che tale sia il suo intendimento si conferma da ciò, che espressamente dice nel V. *Intorno* dopo il coroll. 5. di questa 7. proposizione.

ANNOTAZIONE V.

(Al §. *Intorno* dopo il coroll. 5. della prop. 7.)

I*Ntorno alla direzione del resistente BE sarebbe molto da discorrere, e richiederebbesi un' intero trattato tante ponno essere le di lei diversità.*

Oltre le diversità, che si ponno considerar ne' ripari, e ne' loro effetti a riguardo degli angoli, che essi fanno colla corrente del fiume tanto nel piano orizzontale, o parallelo al fondo, quanto ne' piani verticali paralleli alle ripe [delle quali sole diversità prende l'Autore a trattare ne' seguenti corollarj] altre ponno nascerne dalla diversa situazione, e pendenza del piano superiore, o dal ciglio di essi ripari rispetto al fondo del fiume, altre dalla figura rettilinea, o curva della base de' medesimi, altre da quella delle sezioni rette alla base di quella faccia, che essi presentano all'acqua, altre dalla materia più o meno cedente, o resistente, di cui sono composti, altre dalla struttura, e legamento delle loro parti, altre da altre cagioni; e però con gran ragione ha egli detto, che tale argomento richiederebbe un' intiero trattato, e lo stesso ha dichiarato più sotto nel §. *Prima di levar mano*, protestando di non aver toccata, che leggermente tal materia, nella quale in fatti non poco ha lasciato da desiderare. Ciò che rende più difficile questa dottrina de' ripari è, che ciascuna delle diversità addotte può avere le sue particolari ispezioni, non pure in ordine alla maggiore, o minor' impressione, che possa far l'acqua nel riparo, ma anco in ordine alle alluvioni, o alle corrosioni, che possono seguire o superiormente, o inferiormente al medesimo, quando il fiume sia torbido, dal che può dipendere, che il lavoro non solo riesca in fatti più o meno atto a resistere di quello, che sarebbe in riguardo alla sola considerazione delle direzioni, o sia degli angoli, ma produca maggiore, o minore beneficio deviando più, o meno il corso dell' acqua verso la sponda opposta.

Tuttavia, per quello almeno, che riguarda la proporzione delle forze, o impressioni, che soffrono dall' acqua i ripari secondo i diversi angoli orizzontali, ne' quali essi sono inclinati alla corrente del fiume (considerando le dette impressioni come percosse istantanee, senza aver riguardo alle riflessioni delle linee dell' acqua, che debbono seguire nell' incontrare, che fanno lo stesso riparo, il che turba grandemente le loro azioni per la resistenza, che fanno, e che scambievolmente ricevono le linee dirette, e le riflesse) si può vedere quello, che ne ha dimostrato il P. Abate Grandi nella proposiz. 41, e nelle seguenti del libro 2 del movimento delle acque, e quel di più, che poi ha soggiunto nelle proposizioni 45, e 46 in ordine alla figura orizzontale più, o meno atta a resistere, potendosi dalla sua dottrina ricavare utilissimi avvertimenti per giudicare degli effetti de' ripari, e per prescegliere in pratica più una, che un'altra forma. E specialmente giova sapere (ciò che egli mostra ne' luoghi accennati) che data la lunghezza del riparo rettilineo, e la velocità dell' acqua, le impressioni, che questa fa sul riparo, sono come i quadrati de' sini delle inclinazioni di esso colla corrente; data l'inclinazione, e la velocità, sono come le lunghezze; e data la lunghezza, e l' inclinazione, sono come i quadrati delle velocità; dalle quali ragioni debitamente composte ne risultano le impressioni per tutti i casi possibili, avvertendo tuttavia, che queste fanno altro effetto in ordine allo scalzare il riparo secondo, che l' angolo dalla parte superiore è ottuso, o acuto, ancorchè abbia il medesimo sino, come ivi distesamente si spiega. Lo stesso argomento ha preso ad illustrare sopra i medesimi fondamenti il Sig. Tommaso Narducci dottissimo Patrizio Lucchese nella parte 10 del suo libro sopra la forza delle acque correnti.

ANNOTAZIONE VI.

(Alla proposiz. 8.)

N*E' medesimi supposti . . . . se il resistente sarà composto di parti amovibili &c.*

Dalla considerazione de' ripari artificiali, che resistono al corso dell' acqua passa l' Au-

l'Autore a quella degli altri ostacoli, che opponendosi al medesimo corso non sono atti a resistergli, ma ne rimangono corrosi, quali sono le sponde medesime del fiume, quando si avanzano a ricever la corrente con qualche notabile inclinazione; nella qual materia si avverta poter cadere quasi tutte quelle medesime ispezioni, che abbiamo accennate nell'annotazione precedente in ordine a ripari, onde qui ancora potrebbe aver luogo un' intero trattato.

ANNOTAZIONE VII.

(Alla stessa prop. 8. § *Posciachè*)

F*inalmente si arriverà ad un' angolo (Fig. 35) KID così acuto &c.*

In questo discorso la direzione KI si dee intendere così vicina alla ripa CD (a cui è parallela) che la porzione della ripa corrosa, e stabilita in ID, ancorchè curva, si possa sensibilmente riguardare come retta, e l'angolo KID come rettilineo.

ANNOTAZIONE VIII.

(Al medesimo § *Posciachè*)

M*a perchè mutata questa direzione come in LOP [Fig. 35] farà colla sponda un angolo minore di LMD &c.*

Qui per l'angolo LMD, che è mistilineo si vuol' intendere l'angolo rettilineo, che fa la direzione LM colla direzione MI, ovvero MF dalla sponda corrosa nel punto M, cioè l'angolo della retta MI colla tangente della curva GMD nel punto M.

ANNOTAZIONE IX.

(Allo stesso § *Posciachè*)

A*L quale in fine (cioè quando la sponda sia stabilita in P (Fig. 35) sarà uguale l' angolo OPM.*

Il punto P, che in questa figura è situato dentro la curva della sponda corrosa GMD si vuol' intendere sulla periferia della detta curva tra M, et F, e al detto punto dee terminare la linea OP, che rappresenta una linea d' acqua distornata dalla sua direzione LOM per la reflessione di essa fatta nella sponda DIM.

Tralascio altre annotazioni a questa dimostrazione, che non ha forse tutta l' evidenza desiderabile. Vi sarebbe oltre di ciò da considerare l' effetto delle corrosioni, e la loro curvatura ne' piani verticali, o sia nelle sezioni delle ripe corrose perpendicolari al fondo del fiume, non avendoli l'Autore considerati, che ne' piani orizzontali, o paralleli al fondo; ma la materia è inviluppata di tanta difficultà, e tante sono le supposizioni, che conviene assumere per una tale indagine, che è difficile trattarne se non in una certa generalità di poco uso nella pratica. Veggasi nulladimeno ciò, che con molta acutezza ne scrisse il Sig. Bernardino Zendrini Matematico della Serenissima Repubblica di Venezia nella dissertazione pubblicata sopra questo argomento nell'articolo 5 del tomo 21 del giornale de' letterati d' Italia pag. 105.

ANNOTAZIONE X.

(Alla proposiz. 9. § *Sia dunque*)

F*Perciò lateralmente a CH (Fig. 37.) deporrà la torbida, e succederanno delle alluvioni, le quali colla loro altezza chiuderanno un sito lasciato basso da C in H &c.*

Cioè a dire chiuderanno quel sito, sopra cui, per aver avuto corso l' acqua, non sarà seguita tanta alluvione quanta nelle parti laterali al detto corso, e perciò sarà restato più basso. Vedi in questa materia della formazione degli alvei de' fiumi entro le paludi ciò, che si dirà più sotto nel capo 15, e specialmente nella annotaz. 3.

ANNOTAZIONE XI.

[Dopo la prop. 9. al § *Ecco dunque*]

F*Ra le conseguenze, che traggono seco le perpetue, e mutabili tortuosità degli alvei de' fiumi, che portano ghiaje, e sassi una si è il raccorciamento, o il prolungamento, che in virtù di tali mutazioni va succedendo delle loro linee, con che deve*

necel-

necessariamente andar connesso l' abbassamento, o l'alzamento del loro letto nel tratto superiore; la qual differenza d' altezza può essere assai notabile per poco, che la linea predetta si sia raccorciata, o allungata, attesa la gran pendenza, che anno i fiumi, ove portano sì fatte materie.

Quindi si spiega, come in tali siti si veggano alle volte grandissime piaggie, o greti ricoperti, anzi composti di sassi, e in tal quantità, e situazione, che manifestamente fa scorgere non essere stati colà sbalzati (come talvolta succede) ma depositivi dalle fiumane, e per conseguenza soverchiati allora dalle medesime, i quali ciò non ostante sopravvanzano di qualche piede sopra la superficie delle maggiori escrescenze, contuttochè niuna manifattura sia stata fatta nel fiume, per cui tali spiagge dovessero rimanere più alte di quel, che erano, quando egli le produsse colle sue alluvioni. In tal caso se si osserverà il fiume nelle parti inferiori si vedrà aver fatto la natura, ciò che l' arte non ha fatto, cangiandone il corso col farli abbandonare qualche svolta, per cui già si aggirava, e coll' abbreviarne in tal modo la linea come per un taglio naturale. Al contrario se in simili tratti sassosi si vedessero le piene cominciare a riuscir molto più alte di quello, che solevano, senza che però altra manifesta cagione vi concorresse, si potrebbe aspettar di trovare, che nelle parti inferiori il fiume stesso si fosse deviato dalla primiera sua strada per prenderne alcun' altra più tortuosa. Qualche cosa di simile può ancor avvenire ne' fiumi, che portano pura sabbia senza ghiaja, ma allora ne è sì facile, che i cangiamenti naturalmente seguiti in lunghezza siano molto grandi, nè a tali cangiamenti può corrispondere molto notabil divario nello stato del fondo superiore, per essere le pendenze de' fiumi arenosi molto minori di quello, che sieno ne' tratti sassosi.

ANNOTAZIONE XII.

(Al § *Passando ora*)

I *Fiumi retti mantengono più sfondato il loro letto, i tortuosi meno.*

Questo solo vantaggio, che anno i fiumi retti sopra i tortuosi, e che l' Autore prova nel seguente § (non mettendo neppure in conto il riuscire il retto più veloce del tortuoso a cagione delle minori resistenze) parmi di tal momento, che ben si possa contrapporre a qualunque altro vantaggio possa essere addotto a favore della tortuosità degli alvei.

ANNOTAZIONE XIII.

(Al § *Per esempio.*)

L*A tortuosità dunque in questo caso potrà ben fare elevar' il pelo dell' acqua, ma non il fondo dell' alveo.*

Cioè a dire la tortuosità, che segua in un tratto d' alveo orizzontale, che prima era retto, potrà ben fare, che in qualsivoglia dato punto del tratto superiore alla nuova tortuosità la superficie delle piene si mantenga più alta di quel, che era, quando il fiume camminava retto, ma non potrà già fare, che ivi il fondo del fiume divenga più elevato di prima. L' istesso dovrà dirsi ove ad un fiume orizzontale venga ad allungarsi la linea per protrazione seguita della spiaggia del mare in cui egli abbia lo sbocco. In fatti ne' rami del Pò, ne' quali può dirsi, che egli cammini con alveo orizzontale vi sono indicj di alzamento di pelo delle piene dopo la protrazione succeduta delle alluvioni, che sono alle loro foci, ma non così di alzamento di fondo; anzi nel ramo d' Ariano ve ne ha piuttosto di abbassamento.

ANNOTAZIONE XIV.

(Al § *Io credo assai probabile* .)

S*E si avvertirà , che i fiumi , che scorrono per le pianure anno in gran parte bisogno d' argini , che vuol dire , che senza di essi sarebbero soggette le campagne all' innondazione &c.*

E da avvertire , che la necessità di arginare i fiumi , che scorrono per le pianure nasce talvolta da protrazione seguita del loro alveo , o per natural corso , o per arte , o pure da mutazione di sbocco congiunta con diminuzione di pendenza . Tali accidenti ponno fare , che un fiume, il quale correva in altri tempi tutto incassato fra terra colla superficie delle sue piene , cominci a spandere sopra le campagne , e ad aver' uopo d' argini ; e però l' essere un fiume arginato non è segno infallibile , che la campagna, per cui scorre , sia prodotta dalle alluvioni delle sue torbide almeno per tutto quel tratto , per cui è fiancheggiata da argini . Questo è ciò , che è accaduto a' fiumi della Romagna , molti de' quali si veggono ora arginati , incominciando a poche miglia sotto la via Romana , contuttochè certamente si sappia (almeno rispetto a qualcheduno di loro) che in tali siti , non ha molto , non vi era bisogno d' argini .

ANNOTAZIONE XV.

(Al § *egli è manifestissimo* .)

A*Ccidente che fa , che il piano di esse resti in molti luoghi più declive , e finalmente più basso del fondo de' fiumi .*

In questo effetto ancora può aver parte o la protrazione seguita della linea del fiume , o la mutazione del suo sbocco , come nella nota precedente .

ANNOTAZIONE XVI.

[Al § *Quindi è*]

Q*Uindi è , che per essicare gli stagni , e paludi &c.*

Tutto ciò, che accenna l'Autore in ordine all'efficazione delle campagne innondate in questo , e nel seguente § viene da lui trattato più di proposito nel capo 13 , e parte nel capo 12 di quest' opera .

ANNOTAZIONE XVII.

[Al § *Giacchè siamo entrati*]

E*Ssendo le campagne disposte a scolarsi sopra il pelo basso dell' antica padusa , che era orizzontale a quello del mare &c.*

L' antica padusa , cioè il Pò disarginato , ed espanso per le campagne con tutta ragione si suppone dall' Autore essere stato col suo pelo basso orizzontale a quello del mare (almeno sensibilmente) dappoichè si vede , che anche il Pò ristretto fra argini accostandosi agli sbocchi porta ora per lunghissimi tratti il suo pelo infimo quasi di livello con quello del mare .

CAPITOLO SETTIMO.

De' moti, che s' osservano nell' acque de' fiumi in diverse circostanze.

ABbiamo toccate, in più luoghi di questo trattato, molte particolarità concernenti al movimento dell' acqua, dentro gli alvei de' fiumi, secondo che ha portato l' occasione, e la materia; ma perchè ve ne restano molte altre, che meritano, e di essere avvertite, e di essere risolute nelle loro cause; perciò ci daremo a considerarle separatamente in questo Capitolo, passando dall' una all' altra, coll' ordine medesimo, che porta il progresso d' un fiume, dal suo principio al suo fine.

Per intraprendere dunque questa ricerca, immaginiamoci una fonte, che dia il primo alimento ad un fiume, somministrandoli, per esempio, in un secondo di tempo, cento determinate parti di acqua, le quali, per uscire dalla vasca del fonte, siano obbligate a passare per la sezione d' un canale, la quale sia tanto angusta, che, attesa la velocità, la quale ponno avere in essa le parti dell' acqua nell' uscirne, non permetta il passaggio, che alla metà di esse, nel detto tempo di un secondo. Se ciò è, parimente è necessario, che la metà dell' acqua, che dà il fonte, sia trattenuta nel ricettacolo; e che perciò elevandosi di superficie l' acqua della vasca, cresca egualmente in altezza, dentro la prima sezione, fintantochè questa, o per l' accrescimento dell' area, o della velocità, rendasi capace di scaricare, in un dato tempo, tant' acqua, quanta, nel medesimo, viene somministrata dalla fonte.

E qui, prima d' innoltrarci maggiormente nella materia, sono d' avvertirsi alcune particolarità intorno al modo, con che si dispongano le velocità di una perpendicolare d' una sezione di un fiume, considerandole dentro il complesso delle circostanze, che ordinariamente loro avvengono: perchè spiegato, che ciò sia, darà gran lume a quello, che siamo per dir da qui avanti. E prima è da considerarsi, che trovandosi l' acqua trattenuta, come si è detto, per metà, *l' altezza dell' acqua nella prima sezione* d' un canale orizzontale (che per ora suppongo annesso all' incile della

 vasca)

vasca) *non crescerà il doppio, a cagione del doversi* per essa *scaricare acqua duplicata; ma molto meno*: e la ragione si è, perchè non solo la sezione diventa più grande; ma anco più veloce; essendo che nel crescere l'acqua in altezza, aggiunge qualche grado di velocità alle parti inferiori; e conseguentemente la velocità media riesce maggiore nel secondo caso, che nel primo; ond'è, che ad effetto di pareggiare l'entrata con l'uscita, non vi è necessario di doppia altezza nell'acqua. Noi abbiamo dimostrato in altri luoghi, che * *supposto, che AB sia l'altezza dell'acqua*, ch'esce dal fonte, *le velocità saranno disposte nella parabola BAC*; ed è certo, *che trovandosi una velocità media fra le maggiori, e le minori*, come DE, *non si varierebbe l'altezza dell'acqua*; perchè tanto sfogo avrebbero tutte le velocità, dovute a' punti di AB, essendo ognuna eguale a DE, quanto ne hanno le medesime; ma diseguali BC, DE &c. come porta la natura della parabola BAC.

Fig. 39. *Annot. I.

Per la stessa ragione *non si varierebbe l'altezza, se scemandosi la velocità dell'acqua in un punto d'una perpendicolare, s'accrescesse egualmente, in un'altro punto della medesima*; come per esempio, se le velocità fra D, e B, fossero impedite, dimanierachè tutta la parte levata da esse, alla residua stasse, come la figura EGC, alla DEGCB; e l'una, e l'altra, prese insieme componessero la somma delle velocità, non impedite; ma per lo contrario le velocità fra A, e D fossero, per qualsisia causa, accresciute, e l'accrescimento fosse la figura AFE, eguale alla EGC; è ancora manifesto, che essendo la somma delle velocità contenute nella figura BAFEGC, eguale alla somma delle velocità della parabola BAC, manterrebbesi l'altezza medesima AB: e generalmente, *quando la velocità media non resti alterata, qualunque siasi la inegualità delle velocità* maggiori, e minori, *è impossibile, che l'altezza dell'acqua si varj*. Ma *quando le velocità in alcuni punti della perpendicolare AB si sminuissero, e negli altri, o di niuna sorte, o non quanto basta, si accrescessero: cioè a dire*, * *ogni volta, che la velocità media si diminuisse, converrebbe, che l'altezza della sezione*, della quale si suppone invariata la larghezza, *si facesse maggiore*.

Fig. 40. *Annot. II.

Come per esempio, se le velocità della perpendicolare AB fossero sminuite da D in B, quanto è il valore della figura EFC, e fra A, e D non fossero mutate di sorte alcuna, non potrebbe mantenersi l'altezza AB; ma bisognerebbe, che l'acqua si ele-

Fig. 41.

vaſſe in H, tanto che tra le velocità di AH aggiunte di nuovo, contenute nella figura AHI, e gli accreſcimenti fatti, per tale alzamento, alle velocità di AD, contenuti nella figura AIE, ſi faceſſe l'accreſcimento AHIE eguale al difetto EFC. Tralaſcio quì di conſiderare l'aumento delle velocità in DB; poichè, meſſo egli a conto, non fa altro, che rendere un poco minore l'altezza AH, e la figura AHIE, la quale dovrà eſſere ſempre eguale alla EFC, riſtretta a minor mole: * tutto ciò ſi dee intendere, non ſolo ne' caſi, ne' quali le velocità terminano alla circonferenza di una parabola intera; ma ancora in quelli, ne' quali le velocità di una perpendicolare ſono terminate, di ſua natura, dall'arco d'un ſegmento parabolico. Da ciò rendeſi manifeſto, che non mutandoſi la quantità dell'acqua ſomminiſtrata dal fonte, ſempre * le ſomme delle velocità ſaranno eguali fra loro, dovendo ſempre equivalere alla parabola ABC; ma le altezze potranno eſſere diſuguali, ſe ſi varierà la velocità media di tutta la ſezione; e perciò, come ſi è dimoſtrato *nel primo libro della miſura delle acque*, le quantità delle acque ſono proporzionali alle ſomme delle velocità di tutta la ſezione; e parimente ſono in proporzione, compoſta di quelle delle ſezioni, e delle velocità medie delle ſezioni medeſime; e ciò è vero, o ſia impedita, o no, la velocità dell' acqua.

*Annot. III.

*Annot. IV.

Per accoſtarſi più da vicino a ciò, che abbiamo in animo di ſpiegare, intendaſi correre l'acqua con le velocità della parabola BAC; e ſuppongaſi, che, per lo sfregamento del fondo, l'acqua ſia impedita; e ſebbene abbia un'altezza, che poſſa produrre tutta la velocità BC; nondimeno, detratta la forza degl'impedimenti, non produca, che la BD; e così reſtino ſminuite tutte le velocità ſuperiori, ma ſempre meno, dimanierachè le velocità così impedite, terminino alla curva AED: egli è ben'evidente, che, eſſendo levata dalla parabola la parte AEDC, non potrà, coll'altezza AB, avere l'acqua tutto lo sfogo, che l'è neceſſario; ma biſognerà, che ſi elevi, v. g. in N.; imprimendo dunque con tale accreſcimento di altezza, maggiore velocità a tutte le parti dell'acqua ſottopoſte; accreſcerà la BD, v. g. in P; e tutte le altre proporzionalmente, in maniera che, coll'elevarſi, che farà ſucceſſivamente l'acqua, e coll'accreſcerſi nel medeſimo tempo le velocità dell'acqua inferiore; alzata che ſia l'acqua in N, ſi

Fig. 42.

ſia

sia fatto l' accrescimento ANO, eguale al difetto POC, sarà dunque la linea NOP quella, che regolerà le velocità impedite della perpendicolare NB, e che più, o meno, varierà dalla natura della parabola, secondo che maggiori, o minori saranno gl' impedimenti del fondo.

*Annot. V. * Di nuovo, mettendo a conto quello, che può nascere dalla viscosità dell' acqua; perchè, a cagione di questa, le parti più veloci aggiungono della velocità alle meno veloci, perdendone esse altrettanta; ne segue, che le parti più veloci, v. g. XY, *Fig.* 41. resteranno veloci, come XZ, e che si toglierà la convessità della linea NOP, la quale perciò nella parte superiore OV sarà sensibilmente una linea retta, che esprimerà la velocità, che riceve l' acqua, comunicatale dalle parti inferiori più veloci; e molte volte acquistata dall' acceleramento per la discesa, come si è detto *nel cap.* 4. Tale trasformazione di linea dee succedere dimaniera, che la figura NVZSB, sia eguale alla NYPB; e conseguentemente alla parabola BAC; ma non si dee mutare l' altezza NB; posciachè quella causa medesima, che aggiunge velocità ad una parte, altrettanta ne toglie ad un' altra. Ecco adunque in qual maniera gl' impedimenti, e le circostanze alterano la linea regolatrice delle velocità, che prescindendo da ogni impedimento, e supponendo una perfetta fluidità nell' acqua, dovrebbe essere parabolica; o un segmento della medesima, quando vi abbia luogo l' accelerazione della discesa per lo pendio dell' alveo.

Tre adunque *sono i casi, secondo i quali si regolano le velocità delle* *Annot. VI. *acque correnti*. Il primo è * *quando il fondo del canale è orizzontale*; ed in questo caso *la linea regolatrice*, parlando teoricamente, *do-* *Annot. VII. *vrebbe essere perfettamente parabolica*; e * praticamente, la figura, che forma la somma delle velocità, sarà sempre eguale ad una semiparabola, ed avrà l' asse tanto maggiore, quanto le resistenze del fondo, e delle sponde saranno maggiori; con questa regola, che le predette linee regolatrici, s' accostino sempre più alla natura della parabola, quanto minori sono gl' impedimenti;

*Ann. VIII. * Quindi è, che *se le* predette *resistenze* saranno disuguali, *e maggiori nel principio, minori nel fine dell' alveo; dovrà andarsi diminuendo l' altezza dell' acqua*, la cui superficie, perciò, sarà incli- *Annot. IX. nata dalla parte del corso: * ma *se le* medesime *resistenze continuassero sempre d' una maniera uniforme, sarebbe necessario, che l' altez-*

ze

ne dell'acqua sopra il fondo del canale, fossero per tutto eguali, supposta eguale la larghezza di tutte le sezioni; e per conseguenza, che la superficie dell'acqua fosse paralella al fondo, ed anch'essa orizzontale.

Il secondo caso è, *quando il canale si trova inclinato, e dimaniera, che correndo l'acqua per esso, acquisti velocità maggiore, tanto in superficie, che nel fondo*; ed allora *la somma delle velocità*, parlando pure teoricamente, *sarà un segmento parabolico, tagliato da una parabola, il cui asse sia la perpendicolare della sezione, prolungata fino all'orizzontale del principio dell'alveo*: * ma *mettendo a conto le resistenze*, secondo la diversa attività di queste, acquisterà diversa natura; e *bisognerà sempre, che le linee delle velocità d'una perpendicolare, formino una figura eguale al detto segmento*; quando poi le resistenze continuassero sempre le medesime, allora, o il canale sarà ridotto all'equabilità, o no: se l'acqua del canale sarà resa equabile, continuerà anche la medesima altezza dell'acqua; la cui superficie perciò sarà paralella al fondo; ma se potrà ancora accelerarsi, scemerà, a poco a poco, l'altezza dell'acqua medesima, fino al termine dell'acceleramento.

*Annot. X.

Il terzo caso, ch'è il più frequente, e tanto, che ne' fiumi rassettati di corso, può quasi dirsi universale, si ha, quando, benchè il fiume sia qualche poco declive, ha però tale altezza viva, che può dare la velocità alle parti inferiori dell'acqua; ma le superiori, scorrendo al basso per una linea declive, egualmente che il fondo dell'alveo, si vanno qualche poco accelerando; dimanierachè le velocità, parte sono dovute alla pressione delle superiori, parte all'accelerazione; e qui è evidente, che, * *supposta AB l'altezza dell'acqua, e D il termine delle velocità terminanti alla Parabola* EC, dimodochè DE sia la medesima, o si consideri fatta dall'accelerazione, o dalla pressione; *le velocità tra D, e B termineranno al segmento* EC; *e le altre tra A, e D termineranno ad un' altro segmento pure parabolico FE*; ma considerando gli effetti delle resistenze &c. a due segmenti delle linee di sopra enunciate; siccome adunque in questo caso la somma delle velocità sarebbe la figura BAFEC, così, togliendosi l'effetto dell'accelerazione, cioè AFE, bisognerà, che l'altezza AB, si faccia maggiore, quel tanto, che basta a compire una parabola intera, eguale alla predetta figura; il quale accrescimento però sarà insensibile, perchè con la

*Annot. XI.

Fig. 44.

nuo-

nuova altezza, aggiungendosi velocità a tutte le parti dell'acqua, la parabola si renderà più ampia, ed in gran parte supplirà con l'ampiezza, e nel resto con l'altezza al difetto AFE.

Tutto ciò si è detto, non solo per dimostrare la maniera, colla quale, secondo le diverse circostanze, si dispongono le velocità di una perpendicolare d'un'acqua corrente, nell'uscire da' ricettacoli delle proprie fonti, nel che non è ella sottoposta alla moltiplicità degl'impedimenti, che in altri luoghi fanno perdere l'uso a tutte le regole; ma ancora per far vedere, come possano coerentemente a' nostri principj, spiegarsi l'esperienze, colle quali altri hanno trovate l'acque più veloci in superficie, che nel mezzo, e nel fondo; altri, più veloci nel mezzo, che nel fondo, e nella superficie; ed altri più veloci nel fondo, che in altro luogo; poichè, quantunque quest'ultimo sia più coerente alla natura dell'acque; ponno però essere vere, per accidente, e per l'efficienza degl'impedimenti, e delle circostanze, l'esperienze sopradette; * siccome, per lo più, è vero in fatti, che l'acque de' fiumi sono più veloci nel mezzo, che in altri luoghi.

*Annot. XII.

Uscendo adunque l'acqua dalla vasca di un fonte per un'emissario competente, troverà il canale, o orizzontale, o inclinato; e l'inclinazione, o sarà tale da permettere maggiore acceleramento a tutte le parti dell'acqua; o solo alle superficiali: ed in ognuno de' casi, già abbiamo detto, in qual modo si debbano disporre le velocità di una perpendicolare. Queste velocità, non solo prendono la direzione delle sponde del canale; ma ancora quella del fondo del medesimo; ed essendo la natura dell'impeto, tale, che impresso una volta in un mobile, e cominciato ad esercitarsi verso una parte determinata, non si estingue mai, nè muta direzione, se ciò non sia a cagione degl'impedimenti incontrati; ne segue, che, quanto a se, l'acqua continuerebbe a muoversi per la primiera direzione: ma perchè la di lei gravità la tiene sempre unita al fondo dell'alveo, ch'è la parte più bassa; perciò mutando il fondo declività (siasi, o maggiore, o minore) è d'uopo, che l'acqua medesima muti la direzione, accrescendo, o diminuendo l'impeto, secondo le circostanze.

Se il fondo d'un'alveo di fiume, fosse un piano perfetto, non darebbe esso alcuno impedimento alle di lui direzioni; ma perchè particolarmente *fra le montagne, gli alvei de' fiumi sono assai*

scabri,

ſcabri, comecchè ripieni di ſaſſi; quindi è, che ſebbene la direzione di tutta l'acqua è inclinata ad una ſola parte; i moti però particolari della medeſima, ſi fanno quaſi da tutti i lati; poichè l' incontro de' ſaſſi la obbliga, a divertire lateralmente da una banda, e dall'altra; ed incontrandoſi queſte direzioni, ne naſcono certi, come bollimenti di acqua, e talora vortici; per la ſteſſa ragione, dall' incontro de' ſaſſi *in parte riſtagnata, ed in parte ribattuta verſo la ſuperficie l' acqua corrente, cagiona un gonfiamento nella propria ſuperficie*, il quale ſta in un continuo disfarſi, e ripararſi, il quale pure in poca altezza di corpo d'acqua, può paſſare per uno ſpezzamento di onda; ma, *quando l' acqua è aſſai alta, non ſi rompe già la di lei ſuperficie; ma ſi ripiega con un continuo, e ſtabile ondeggiamento*. Per maggiore intelligenza di ciò, ſuppongaſi, che la linea FA ſia il fondo di un fiume, per lo quale ſcorra l'acqua, la cui ſuperficie ſia DE, e ſia detto fondo così inclinato, che l'acqua arrivata in E, abbia un' impeto, o velocità dovuta alla diſceſa GF; ed ivi ritrovi l' impedimento AB, il quale faccia angoli ottuſi colla direzione DE; ed in oltre ſia la di lui altezza perpendicolare, molto minore della GA, e la lunghezza tale, che poſſa eſſere ſcorſa, non oſtanti gl' impedimenti, per virtù dell' impeto prima conceputo, dall'acqua. Ciò poſto, arrivata che ſia l'acqua in E, non v' ha dubbio, che, incontrando l' oſtacolo AB, non ſia per ritardarſi; ma non interamente; onde, conſervando qualche parte del proprio impeto, potrà ſcorrere per l' acclività AB, ed anche ſormontarla, finchè trovando la diſceſa libera per BC, poſſa continuare il ſuo corſo. In queſto caſo egli è evidente, che, ſebbene una porzione di acqua ricadeſſe da B in E; ciò però non oſtante, la forza di DE di nuovo la riſpingerebbe verſo B, e ſe a tanto non baſtaſſe, una parte riſtagnerebbe nella concavità E, e facendo creſcere l'altezza fino ad AH, abbrevierebbeſi, e renderebbeſi meno acclive la ſtrada HB, la quale finalmente potrebbe eſſere ſcorſa dall'acqua, mediante l' impeto acquiſtato per la diſceſa DH. Quindi è manifeſta la ragione, per la quale, *quando un fiume di tal ſorte incontra un' oſtacolo, ſi alza la di lui ſuperficie ſopra l' oſtacolo medeſimo, più di quella, che le ſta attorno; e ſe l' oſtacolo è continuato da una ripa all'altra*, come ſarebbe una chiuſa, o peſcaja, *tutto il fiume corre, in qualche parte, all' insù*, prima anche di arrivare all' oſtacolo, ſopra del quale ſta a perpendicolo la maggior'

Fig. 45.

gior'altezza del corso acclive: e questa è una eccezione alla regola, *che l' acqua sempre corra al basso*.

Da ciò, che si è detto fin'ora, si può desumere un' indizio per conoscere, se un fiume corra per impeto preconceputo: e si avrà dall' osservare, *se incontrando degli ostacoli nel fondo, s' alzi la di lui superficie sopra di essi*; poichè egli è certo, che *la forza della sola altezza non può fare ribalzare l' acqua, più alto della superficie regolare del fiume*; essendo eguale il contrasto dell' acqua superiore alla forza del ribalzo; e da ciò pure deriva, che, posti gli ostacoli medesimi del fondo, in diverse altezze dell'acqua, non sono eguali *i gorgogliamenti della superficie*, i quali sempre *sono maggiori in acqua bassa, che in piena di fiume*; posciachè, non dipendendo l'impeto dell' acceleramento dall' altezza dell' acqua, ma solo dalla quantità della discesa; resta egli invariato, sia alto, o basso il fiume: ma per lo contrario, *la resistenza, che fa all' acqua ribattuta verso la superficie il corpo della medesima, è maggiore, quando altresì è maggiore l' altezza dell' acqua*; il perchè è necessario, che allora succeda più sensibile l' effetto, quando la resistenza al risalto dell' acqua è minore, cioè, quando il fiume è più basso; ond' è, che per eleggere i guadi sicuri, si ha risguardo a' luoghi, ne' quali l' acqua, risentendo le asprezze del fondo, si frange: segno della minore altezza in que' luoghi; e si sfuggono quelli, ne' quali il fiume sembra correre più eguale; poichè ivi è sempre maggiore profondità.

Tutto il contrario succede a quegl' impedimenti, che spuntano fuori dell' acqua, come sono le ripe de' fiumi; poichè *non tanto s' alzano le acque vicino a' froldi, in fiume basso, quanto nella piena di esso*; e la ragione si è; perchè, quando il fiume è pieno, maggior copia d' acqua viene impedita; e perciò dee maggiormente alzarsi, che quando è mezzano, o basso; concorre anco a ciò parzialmente *il rinfrangersi, che fa l' impeto della discesa, maggiore in acqua alta, che in acqua bassa*; sì perchè la superficie è più lontana dagl'impedimenti del fondo; sì ancora * perchè la cadente del pelo è più declive; questa pure è la causa, che *un palo piantato dentro l' alveo d'un fiume, se questo è basso, o poco veloce, viene lambito dolcemente dall' acqua; ma essendo il fiume pieno, o constituito in velocità considerabile, s' eleva l' acqua incontrandolo*.

* Ann. XIII.

Il *mantenersi dell' acqua più alta, vicino alle concavità delle botte*, *che*

che sopra le spiaggie all'incontro, procede dal continuo farsi, e disfarsi di tale altezza; poichè nel tempo, che l'acqua elevata sopra il livello della sua vicina, tenta di spianarsi sulla superficie di essa, ne sopraggiunge dell'altra, che ritorna in essere l'effetto primiero; quale perciò tanto dura, quanto le cause, che lo producono.

Un non so che di simile s'osserva nelle cadute dell'acque per li canali molto declivi, e ristretti, i quali terminano in canali molto meno declivi, e più larghi. Sia il canale più declive AB, ed il meno declive BG, e sia la lunghezza del canale AB; discenda l'acqua per AB, accelerando il suo moto, ed abbia in B quella velocità, ch'è dovuta alla cadura CH; supponiamo ancora, che *l'acqua*, uscendo da B, ed *entrando nel canale BG meno declive; ma più largo*, richieda, per iscaricarsi, l'altezza BE minore della CH: s'osserva in tal caso, che l'acqua per AB *non porta la sua superficie CD, ad unirsi con quella di EF; ma si profonda, come in ED, sotto del livello EF, e l'acqua resta in ED sospesa, conservandosi la superficie dell'acqua corrente in CDEF*. La ragione di questo fenomeno è, che avendo l'acqua, per la discesa, acquistata velocità maggiore di quella, che possa produrre l'altezza EB; è necessario conseguentemente, ch'essa scacci l'acqua IDB dal suo luogo, e continui il corso per IB: e perchè l'acqua BD uscita dal canale AB, ricerca l'altezza BE; perciò arrivata in B, si eleva in E, e comincia a discendere in EDI; e perchè arrivata in D, è trasportata con maggiore velocità di quella, le possa essere somministrata, cadendo da E in D, essendo maggiore la velocità della discesa CD, di quella dell'altezza ED; perciò è necessario, che vi resti il vacuo EDI, se non in tutto, almeno in parte. Per la stessa ragione, ponno sostentarsi alla medesima altezza IE le sponde di acqua laterali al vacuo IDE; le quali però, comechè vanno somministrando maggior copia d'acqua alla vacuità IDE, la renderanno minore; onde più sensibile sarà l'effetto predetto, se continuandosi le sponde del canale inclinato, impediranno la caduta dell'acqua laterale. Il medesimo effetto s'osserva, se annesso al canale inclinato ne succeda uno, o orizzontale, o poco inclinato; ma della medesima larghezza del predetto, e che finalmente termini in uno assai largo; poichè nel canale di mezzo si vedrà l'acqua correre, colla superficie molto più bassa, che nell'*inferiore*,

Fig. 46.

riore più largo, continuando per qualche tratto, nel canale di mezzo, la velocità acquiſtata nella diſceſa per lo primo; e vi è apparenza, che, ſe il detto canale di mezzo foſſe lungo conſiderabilmente, la ſuperficie dell' acqua corrente per eſſo, ſi dovrebbe renderecaclive, a miſura, che le reſiſtenze di eſſo impediſſero la velocità, acquiſtata nella diſceſa per lo canale inclinato.

E' oſſervazione accertata, che molte volte *nelle piene de' fiumi, gonfj l' acqua nel ſito del filone*, dimanierachè, alcune volte, rieſca ella in tal ſito più alta delle ſponde del fiume. Ciò ſuccede, perchè eſſendo nel ſito del filone, l'acqua più veloce, ogni impedimento, che trovi, per picciolo che ſia, le toglie molto dell' impeto antecedente; e perciò biſogna, che l'acqua s' elevi più in detto luogo, che negli altri, ne' quali, eſſendo l' acqua meno veloce, e con poco impeto; ancorchè gl' impedimenti egualmente operaſſero, ſottentrerebbe l' altezza dell' acqua a reſtituire la velocità perduta; e per conſeguenza, non facendoſi ivi tanta perdita di velocità, ne meno dovrebbe farſi tanta altezza; e da ciò ſi deduce la ragione, per la quale *i fiumi di corſo debole nelle piene, e quelli, che nell' abbaſſarſi perdono conſiderabilmente la velocità, e l' impeto, hanno in tale ſtato la ſuperficie affatto eguale, e ſenza veruno colmeggiamento:* e queſto è un' altro indizio per conoſcere, quali ſiano i fiumi, che hanno l' acqua, almeno in ſuperficie, veloce per acceleramento di caduta.

Quegli, che vogliono aſſicurarſi del ſito del filone d' un fiume, oſſervano, quale ſia la ſtrada, che tengono le materie leggieri portate dall' acqua, come ſono foglie d' arbori, pezzetti di legno, ſpume, e ſimili; e giudicano, quella eſſere il ſito del filone: ciò è appoggiato ad un' ottima ragione; perchè realmente *i galleggianti devono a poco a poco ridurſi nel ſito, nel quale l' acqua è più veloce, ed arrivativi, non poſſono, che per accidente, partirſene;* poſciachè, avendo ogni corpo qualche grandezza, è portato, o ſpinto da più linee d' acqua, che, ſecondo la diverſa diſtanza dalla ripa, ſono meno veloci; e perciò quella parte di eſſo corpo, ch' è più verſo il mezzo del fiume, viene a ricevere più di moto, che la più lontana; quindi è neceſſario, che il corpo tutto ſi volti in giro verſo il filone; e facendo ciò, viene ad opporſi al moto di più altre linee d' acqua, di velocità difforme; e perciò ſempre più viene ad accoſtarſi al filone medeſimo, ſintantochè trovi tal

ſito,

fito, nel quale tanto la parte deftra, quanto la finiftra, fiano fpinte di moto uniforme; il che folo fi ha nel luogo del maggior corfo, cioè nel filone, o vicino ad effo.

E' fuperfluo di ripetere in quefto luogo le caufe, per le quali, *negli alvei diritti, il filone mantiene il fito di mezzo dell' alveo, e ne' tortuofi paffa da una fponda all' altra, accoftandofi alla ripa* nel vertice delle corrofioni, e delle botte; e parimente, per qual cagione *il* medefimo *filone fegua*, col fuo andamento, *la maggiore profondità dell' alveo, e talora l' obbliquità delle fponde*; poichè quefti, ed altri fimili problemi, fono ftati fpiegati ne' capitoli antecedenti. Paffo adunque a confiderare due particolari, che fono i vortici, che fi fanno ne' fiumi; ed i gorghi, che fi generano negli alvei de' medefimi. Quanto a' primi, è da faperfi, che quefti fono di due forti; pofciachè *altri derivano dalle voragini, che afforbifcono l' acqua dal fondo, o dalle fponde de' fiumi*, e fono caufati da due direzioni combinate, l' una perpendicolare verfo il foro della voragine, l'altra, o orizzontale, o inclinata lungo il corfo del fiume. Nella generazione di quefti vortici ha anche gran parte la preffione dell' aria; e perciò molte volte fono aperti, e come forati nel mezzo a modo d' un'imbuto; onde è, che l'acqua, cadendo con gran velocità nel vacuo del foro predetto, porta al baffo i corpi galleggianti, che vi precipitano dentro, fpinti dall' aria fuperiore, che fa sforzo per fottentrare nel luogo di quella, che dal vortice medefimo continuamente viene ingojata: incidente, che apporta un grandiffimo pericolo alle navi, che fopra vi paffano. Di tali vortici fe ne trovano non folo ne' fiumi, ma anche nel mare, le proprietà, e caufe de' quali, fono ftate diffufamente, e fenamente trattate dal Signor Geminiano Montanari, già mio riverito Maeftro, nella fua Operetta poftuma, intitolata *Le Forze d' Eolo*.

Gli *altri vortici de' fiumi fi chiamano ciechi*, e non fono altro, che certe circolazioni fenza veruno afforbimento d' acqua, ch' efca dall'alveo del fiume, cagionate dalla diverfità delle direzioni, fatte, o dall' inegualità del fondo del fiume; o dall' incontro delle ripe, ed altri oftacoli; o dalla difuguaglianza del livello nelle parti dell' acqua; e quefti, o fono mutabili di fito; o no, fecondo che le loro caufe efficienti, o fuffiftono fempre nel medefimo fito dell' alveo; o pure mutano luogo, e ceffano. I primi *fono fre-*

quen-

quentissimi, e per lo più sono portati a seconda dalla corrente, risolvendosi in nulla in breve spazio di tempo, per lo conato, che fa la direzione del corso primario del fiume, di unire a sè medesima, quella di tutti gli altri moti; ma i secondi, se non sono tanto frequenti, sono ben più considerabili per li cattivi effetti, che partoriscono nell'escavazioni, che succedono al fondo, e nella corrosione delle ripe. Riconoscono questi, il più delle volte, l'inclinazione degli ostacoli ad angolo retto, o acuto contro la corrente, da' quali è ribattuta la direzione dell'acqua verso la ripa; e non trovando esito, è obbligata a rivoltarsi all'insù, sintantochè, unendosi col corso del fiume, viene di nuovo rispinta al basso: nelle parti inferiori di questi vortici, trovasi l'acqua molte volte più alta, che nelle superiori, a causa degli ostacoli, che fanno elevarla; e perciò, tanto più facilmente succede il moto contrario al filone; dal quale, quanto più il vortice è tenuto stretto alla ripa, tanto maggiormente opera contro di essa.

In questa maniera si generano i vortici nel principio delle corrosioni, e vicino a' ripari, ed alle ale de' ponti; e dalla medesima causa derivano quelli, che succedono al di sotto delle cateratte; poichè dalla violenza di esse assottigliandosi, e ristringendosi il corpo d'acqua, è necessario, che dopo la caduta, si rifranga impeto così grande, nel contrasto fattoli dal fondo; e perciò, che l'acqua ritardata s'alzi di corpo: il che succedendo maggiormente verso il mezzo della cascata (per la stessa ragione, che rende il filone più alto dell'acqua dalle bande) e non trovando l'acqua elevata, sostegno laterale, comincia a scorrere di quà, e di là, ed a tormentare perciò le sponde, le quali, cedendo, allargano in quel sito l'alveo, più che nelle parti inferiori, dove restringendosi le ripe, a proporzione del corpo d'acqua, che dee correre tra esse, vengono ad opporsi, in parte, alla corrente, non ancora tutta diretta al lungo dell'alveo; e perciò è sforzata una parte dell'acqua, a radere con moto contrario la sponda medesima, che vuol dire, a formarvi un vortice.

E' ben regolare ne' fiumi, i quali hanno le ripe paralelle; anzi in quelli, che non hanno, che una sola ripa da ciascuna parte, che *la maggiore velocità*, cioè il filone, *stia sempre perpendicolare al maggior fondo, e che la direzione delle parti inferiori dell'acqua, sia la medesima con quella delle superiori*; ma egli è ben'anche vero, come

abbia-

abbiamo dimostrato nel capitolo antecedente, che la diversa situazione delle sponde inferiori, mezzane, e superiori, fa, che le direzioni dell'acqua in diverse altezze, s' inclinino fra loro, e perciò siano idonee, anche sole, a generare de' vortici stabili; e di quì nasce ancora, che i vortici non sempre sono continuati dalla superficie al fondo del fiume; poichè ve ne sono di quelli affatto superficiali, come nati dall' incontro della direzione dell' acqua superficiale colle sponde più alte &c., e degli altri, che hanno l'essere solamente da cause operanti vicino al fondo, i quali poco, o nulla si manifestano alla superficie; e perciò si dà il caso, che si osservi in un fiume basso, o mezzano, qualche vortice, o altro moto particolare, che in acqua alta non fa apparenza veruna; e può anch' essere, che in acqua bassa si trovino de' moti accidentali, i quali realmente cessino, quando il fiume è pieno, cioè a dire, quando per lo gran corpo d'acqua, accresciuta la velocità, acquista una gran proporzione alle resistenze; e perciò superandole, quasi del tutto, non lascia, che le medesime partoriscano effetti sensibili, i quali molto bene ritornano in essere, dopo cessata la piena.

Le *sezioni de' fiumi, nelle quali si trovano vortici, devono essere*, per questo capo, necessariamente *più larghe, o più profonde di quelle, nelle quali l' acqua cammina tutta al lungo dell' alveo*: la ragione è manifesta, dovendo le prime essere capaci di scaricare l' acqua, che viene dalle parti superiori dell' alveo, ed in oltre di dar luogo a quella, che con moto contrario dee girarsi ne' vortici; e da ciò nasce, che questi riescono cotanto perniciosi alle ripe, ed a' fondi degli alveì, rodendo le prime, ed escavando i secondi ne' luoghi, dove accadono.

Sembra maravigliosa a qualcheduno la conservazione de' *gorghi*, che per lunga serie d' anni *si mantengono, e nel luogo stesso, e colla medesima profondità*: la meraviglia nasce dal credere, che nell' escrescenze l' acqua di essi debba restare stagnante, come si vede essere in fiume basso; al che, se fosse vero, necessariamente dovrebbe succedere qualche deposizione di materia; e per conseguenza il riempimento del gorgo, il che non si osserva. Questa ragione, che, per se medesima, non difetta in alcuna parte, ci fa molto bene vedere, che, siccome è falso, che i gorghi si riempiano, *senza* mutare le circostanze, che concorrono alla loro generazione; così

non

non è vero, che l'acqua di essi nelle piene si conservi in quella placida quiete, che apparisce in magrezza d'acqua; e perciò egli è d'uopo rinvenire, come, e d'onde nasca la velocità, che può bastare a mantenere il fondo del fiume, in quel sito scavato ad una profondità sempre uniforme, il che non sarà difficile, se seguiteremo le vestigia delle notizie fin' ora date.

Egli è certo, che *i gorghi si trovano, per lo più, al piede delle botte, o piarde, o degli ostacoli incontrati*, come sono i pilastri, che sostentano gli archi de' ponti &c. oltre quelli, che sono fatti dalle acque cadenti dalle cataratte, de' quali è manifesta al senso la causa della generazione, e della conservazione. L'incontro quasi retto, fatto dagli ostacoli alla direzione dell' acqua, è quello, che la sforza a rivoltarsi, parte verso la superficie, parte verso il fondo del fiume; la prima cagiona l' elevazione maggiore dell'acqua in quel sito; l' altra agisce contro il fondo del fiume, e lo scava; ed ecco la prima origine del gorgo. In fatti non si può concepire, che una direzione paralella alla cadente naturale del fondo del fiume, possa fare alcuna escavazione, essendo a ciò necessario, che la direzione faccia angolo col resistente; quindi è certo, che l'acqua, scavando, si spinge sotto il piano del fiume per una direzione, o obbliqua, o perpendicolare; ma incontrando finalmente la resistenza del terreno, ed essendo spinta dall' altr' acqua, che la seguita, bisogna altresì, che dal fondo del gorgo riascenda alla di lui superficie, in sito, nel quale l' altezza dell' acqua superiore sia minore, e non faccia tanto contrasto all' uscita, la direzione perpendicolare di essa; dal che nasce, in parte, la determinazione della lunghezza, e larghezza del gorgo; e per l'altra parte, dalla qualità, e dalla disposizione degl' impedimenti; siccome la profondità è fatta dalla qualità dell' incontro, dalla forza della direzione, dall' altezza dell' acqua, e dalla resistenza del fondo del fiume.

L' entrare, e l' uscire dell' acqua de' fiumi dalla cavità de' gorghi, può farsi, o in maniera, che l' acqua entri nella parte superiore, ed esca dalla inferiore; o al contrario: se il primo; risalirà l' acqua dal fondo del gorgo per un piano acclive, come si è spiegato in più luoghi; ma se l' acqua uscirà dalla parte superiore del gorgo, si formerà un vortice verticale; perchè l'acqua uscita al di sopra, si unirà alla corrente del fiume, che di nuovo dev'

essere

essere spinta dagli ostacoli dentro del gorgo medesimo; e di quì ne viene, che i corpi trasportati dal fiume, incontrandosi in gorghi vorticosi, sono più volte ribalzati dal fondo alla superficie, e rispinti dalla superficie al fondo, prima che escano dal sito del gorgo. *Questa sorte di vortici verticali*, i quali molte volte riescono inclinati all'orizzonte per cagione di altri impedimenti, sono quelli, che più danneggiano il fondo de' fiumi, scavando i gorghi in profondità incredibile; e ciò *maggiormente succede, quando l'escavazione arriva a trovare il terreno fracido de' fortumi*, che, per sua poca resistenza, è in istato di cedere a qualsisia picciola forza. Anche i vortici orizzontali, de' quali abbiamo parlato di sopra, se arrivano a toccare il fondo, lo scavano in gorghi; perchè, rivoltata l'acqua all'incontro della corrente, trova l'inclinazione dell'alveo; e perciò incontrandola, abbenchè ad angolo molto obbliquo, comincia a staccarne le parti, ed a formare una cavità, dalla quale dovendo poi uscire l'acqua, è necessario, che il vortice prenda qualche inclinazione, ed a poco a poco, di orizzontale si faccia, o perpendicolare, o inclinato a modo di una spira; e perciò si renda in istato più potente di fare maggiore escavazione; ben'è vero, che i gorghi cagionati da' vortici orizzontali, non riescono così profondi, come quelli fatti da' vortici perpendicolari; perchè quelli rare volte producono delle direzioni perpendicolari; ma se si combinano insieme, e questi, e quelli, allora si squarciano le viscere, per così dire, del fondo del fiume, e si formano piuttosto voragini, che gorghi.

Incontrandosi, *che un' ostacolo sia abbracciato dalla corrente*: come succede a' pilastri de' ponti, *succedono de' gorghi, che abbracciano l'ostacolo dalla parte superiore, e terminano in niente da' lati*: effetto, che succede dalla riflessione dell'acqua verso il fondo nel luogo dell'incontro, e dal vortice perpendicolare, che vi succede, il cui esito è dall'uno, e dall'altro lato dell'ostacolo; dopo del quale il vortice degenera in due orizzontali, e superficiali. E quì mi viene il taglio di osservare, che *alle volte sotto de' vortici delle piene si formano gorghi*, come si è spiegato di sopra; *ed alle volte nel calare dell' acqua, si vedono ivi maggiormente elevate le alluvioni*; la differenza nasce da ciò, che nel primo caso, i vortici continuano dalla superficie fino al fondo del fiume; ma nel secondo, sono affatto superficiali; e questi, in vece di escavare il fiume,

se hanno sotto di sè acqua, o stagnante, o di poco moto, sono causa, che succedano maggiori deposizioni; poichè, dopo che l'acqua, ivi trattenuta, ha deposta la sua materia più grave, il vortice serve a portarvi nuova torbida; e perciò mutandosi continuamente l'acqua, è ivi, siccome portata nuova torbida, così fatta maggiore deposizione, al contrario degli altri siti, ne' quali non si trovano vortici simili; poichè restando in questi sempre l'acqua medesima, o cambiandosi più lentamente, non si può fare, che poca deposizione di materia terrestre; e perciò non è meraviglia, che al di dietro de' pilastri de' ponti, sebbene si formino vortici orizzontali, nulladimeno si osservino ancora dossi ben grandi.

Questi moti vorticosi, per lo più, non sono osservabili in acqua bassa: e la ragione si è, perchè in tale stato non avendo essa velocità, e corpo, che basti, servono i gorghi, come di piccioli laghi, per ricevere l'acqua del fiume, la quale, trovando in essi larghezza, e profondità maggiore di quella, che richiede il corpo dell'acqua corrente, perde la velocità, e lascia, che in quel sito la superficie dell'acqua si disponga, quasi ad un piano orizzontale, e sembri come stagnante; il che maggiormente è vero, quanto minore è il corpo d'acqua, e la di lei velocità, in proporzione della capacità del gorgo; nel qual caso egli è evidente, che non arrivando l'acqua ad incontrare con impeto gli ostacoli; nè meno possono succedere alcuni di quegli effetti, che dalla mutazione della direzione, e dall'impedimento della velocità derivano. Per altro *ne' fiumi, che in ogni stato conservano velocità considerabile, e corpo d'acqua sufficiente, s'osservano in ogni tempo; anzi*, se corrono sopra fondi sassosi, e ghiarosi, *più in tempo di scarsezza d'acqua, de' moti vorticosi, ed irregolari:* e ciò succede, perchè in tempo di abbondanza d'acqua, gli effetti cagionati dagli impedimenti del fondo, non si manifestano alla superficie, osservandosi in tale stato solamente quelli, che derivano dalla situazione delle sponde.

Tutto ciò appartiene a' fiumi, che dalla loro origine si partono, scorrendo per alvei non interrotti, nè da cateratte, nè da laghi &c. onde l'ordine porta, che discorriamo dell' uno, e dell' altro di questi interrompimenti. *Sono le cateratte certe cadute d'acque precipitose, che succedono, quando, o per natura, o per arte, incontra il fiume un resistente, che lo traversa, da una ripa all' altra,*

e non potendo corroderlo, è necessario, che lo sormonti; tale impedimento serve, a mantenere elevato il fondo dell'alveo superiore, che necessariamente viene ad essere regolato dalla di lui soglia superiore; ma *niente contribuisce allo stabilimento dell'alveo inferiore*, che prende regola, e determinazione, o dalla soglia di una nuova cateratta, o dallo sbocco d'esso fiume in un lago, nel mare &c. Quindi è, che, se le condizioni del fiume richiederanno nel sito della cateratta, l'alveo, o egualmente, o più elevato della sommità di essa, riempiendosi l'alveo inferiore, cesserà essa dal suo officio; ma se, per lo contrario, l'alveo inferiore dovrà restare più basso della cateratta; per grande, che sia la quantità della materia, che col fiume precipiti da essa, non potrà egli interrirsi; ma si manterrà sempre nello stato medesimo.

Varíansi i moti dell'acqua, in questi siti, per più cagioni: la prima si è *la direzione della cateratta*, *che può essere, o ad angoli retti col corso precedente del fiume, o ad angoli obbliqui*; se sarà ad angoli retti, *l'acqua seguiterà a correre per lo medesimo piano verticale di prima*; ma se ad angoli obbliqui, *prenderà sempre una strada, un poco inclinata a quella parte, alla quale la cateratta fa angolo ottuso colla corrente*. La seconda cagione è *l'impeto* acquistato nell'alveo superiore, il quale, *quanto è maggiore, tanto più tiene la caduta vicina alla direzione antecedente del corso*; e non essendovene di sorte alcuna, come sarebbe se la cateratta constituisse l'emissario d'un lago; *la caduta dell'acqua farassi in un piano verticale, che cada ad angoli retti sopra la linea della direzione della cateratta*. La terza si è la figura di essa cateratta, la quale può essere tagliata, quasi perpendicolarmente, in maniera che l'acqua cadente, sormontata la sommità di essa, non la tocchi più in verun luogo; ed in tal caso, *descriverà l'acqua nel precipitare dall'altezza della cateratta una figura curva*, che, prescindendo da ogni resistenza, dovrebbe essere *parabolica*.

Ma quì si dee avvertire, che *in alcune cateratte altissime, sul principio della caduta, l'acqua si mantiene bensì unita sotto una sola superficie; ma nel progresso si frange in più parti*, e mostra una bianchezza simile a quella della neve; anzi in qualche parte si risolve in vapori, che producono una continua rugiada, e porgono occasione al Sole di dipingervi dentro i colori dell'iride: che se, come per lo più succede nelle cateratte artificiali, alla soglia su-

periore d'esse, sia connesso un piano molto declive, scorrerà l'acqua per esso, prendendo le strade, delle quali si è avuto discorso *nel cap. VI. alle prop. I., e II.* E finalmente, *se alla sommità della cateratta succederanno de' scogli continuati*, dentro de' quali, di quando in quando, l'acqua cadendo si spezzi, *succederanno diversi moti irregolari*, procedenti dalla quantità dell'impeto; dalla direzione de' sassi, opposti a quella dell'acqua cadente; e dalla combinazione di più direzioni diverse &c.

Le cadute della sorte predetta, se trovano materia adattata nell'alveo inferiore, *vi formano sempre un gorgo profondissimo, ed in esso de' vortici*, alcuni de' quali, che sono i più regolari, abbiamo descritti poco di sopra; dopo di che finalmente riassume il fiume il suo corso primiero, e produce quegli effetti, che sono comuni agli altri fiumi. Ma nell'alveo superiore è da notare, che, * *dovendo l'acqua precipitare da una cateratta, prima di arrivare ad essa, acquista della velocità considerabile:* effetto non solo della viscosità dell'acqua, ma ancora della mescolanza de' canali, nella maniera spiegata *allo scoglio 3. della prop. prima del lib. 6. della misura dell' acque*; ma di ciò discorreremo più ampiamente *nel seguente capitolo*; solo rispetto alle cateratte sono da osservare alcuni effetti, che potranno illuminare la mente a chi, o assume di farne delle artificiali, o di demolirne delle naturali.

* Ann. XIV.

Primieramente adunque *servono le cateratte a sostenere l'alveo superiore più elevato, di quello che sarebbe, mancando le medesime*; e perciò impediscono quelle soverchie escavazioni, che potrebbe fare il corso del fiume; *non trattengono* già, che *i sassi cadenti dalle montagne*, non si portino al basso, *se non in picciola parte*; quanto, cioè, basta a riempire il vano, che forma l'altezza della cateratta; quale, riempito che sia, torna il fiume a portare la materia di prima, o poco meno. (2) Perciò *fanno buon'effetto ne' fiumi, de' quali è soverchia la caduta*; ma non in quelli, che ne mancano. (3) * Molte volte *formano laghi*, i quali, essendo profondi, ponno essere rimedio alla deficienza della caduta. (4) *Servono per la derivazione de' canali*, che non ponno avere molta caduta, e ne *aggiungono alle fabbriche de' molini, ed altri edificj*. (5) Se *le cateratte sono stabili, interrompono le navigazioni*; ma, *essendo amovibili, servono per facilitare la medesima*, come apparisce ne' sostegni, che sono una specie di picciole cateratte.

* Annot. XV.

Il ſecondo interrompimento degli alvei ſono i laghi: queſti alle volte ſervono di fontane a' fiumi, non eſſendo altro, che un'aggregato di più ſorgenti, che tramandano le loro acque in un ſolo ricettacolo, dall'emiſſario del quale le ſcaricano; e di queſti non è luogo quì a diſcorrerne; ma ſolo di quelli, che in un luogo ricevono l'acque de' fiumi, alle quali ſervono, come di un picciolo mare, ed in un'altro le tramandano fuori; ſi dee adunque diſcorrere al preſente dell'acque, che entrano ne' laghi, e di quelle, che n'eſcono. Qualunque volta adunque entra un fiume in un lago, è neceſſario, che abbia qualche velocità, e direzione, le quali, abbenchè a poco a poco, dopo lo sbocco vadano ſcemando; nulladimeno però a cauſa dell'impeto preconceputo, il più delle volte, ſi conſervano per qualche tratto, fintantochè, comunicato che ſia il moto alle parti laterali, ed oppoſte, parte di eſſe tendono verſo le ripe, parte ritornano vorticoſamente verſo l'immiſſario, e parte s'indirizzano verſo l'incile, o emiſſario del lago. *Sin tanto*, però, *che il fiume influente conſerva velocità* oſſervabile in alcuna parte, *la di lui ſuperficie reſta più baſſa di quella del lago*, cioè ſul principio; ed in altri luoghi, cioè nel progreſſo, colmeggia ſopra la medeſima, in conformità di ciò, che ſi è dimoſtrato ſul principio di queſto capitolo, dipendendo queſta apparenza dalla velocità, o impeto, col quale il fiume ſi porta allo sbocco; poichè s'egli entrerà con poca forza, ſul bel principio s'equilibrerà colla ſuperficie del lago.

Credono alcuni, che le acque de' laghi ſiano, da un capo all'altro, equilibrate, come ſe foſſero perfettamente ſtagnanti; io però non ſaprei dirlo accertatamente, parendomi veriſimile, che *vicino a' luoghi, che danno l'ingreſſo a' fiumi, debbano eſſere qualche poco più elevate di pelo, che negli altri luoghi*; ſiccome è certo, per lo contrario, che *vicino all'emiſſario ſono qualche poco più baſſe:* il motivo di tale aſſerzione è; perchè, ſe il lago non riceveſſe influſſo di acqua veruna, ma ſolamente ne ſcaricaſſe; dovrebbe egli dalla parte dell'incile, reſtare più baſſo, che negli altri luoghi, per tutto quel tratto, ch'è determinato dall'unione della ſuperficie del lago colla linea del fondo dell'alveo applicato all'emiſſario, prolungata dalla parte ſuperiore; e però è impoſſibile da concepirſi, che il reſtante dell'acqua, ſuppoſta orizzontale, non iſcorra, abbenchè con moto lentiſſimo, ad occupare il luogo laſciato dall'

dall'acqua, ch'esce dal lago; e perciò, che la di lei superficie non s'inclini verso l'uscita; tanto più adunque vi si inclinerà, se dalla parte opposta sia somministrata nuova copia d'acqua da qualche fiume; e conseguentemente non potrà la superficie d'un lago essere perfettamente orizzontale. Ben'è vero, che la differenza sarà insensibile nelle parti di mezzo; ma ne' siti, vicini agl'immissarj, ed agl'incili, può esser tale, che non solo con livelli esatti, ma ad occhio libero, si manifesti: * Se però, *tanto il fondo del fiume influente, quanto quello dell'effluente, fossero orizzontali, e situati nel medesimo piano, allora la superficie dell'acqua del lago sarebbe anch'essa affatto orizzontale per la prop. I. del lib V. della misura dell'acque*. Quindi è chiaro, che *l'acque de' laghi, e delle paludi, molto più s'accostano ad avere la loro superficie a livello, quanto meno sono inclinati i canali influenti, ed effluenti*; e perchè, se il lago fosse angusto, quanto i canali predetti, la superficie dell'acqua continuerebbe sulla cadente dovuta al canale influente; perciò *quanto maggiore è lo spazio, che ha l'acqua per espandersi lateralmente, tanto si rende più esatto il livello del lago*. Ciò si dee intendere, *quando la copia dell'acqua, ch'entra, è eguale a quella, che esce*; poichè se la prima fosse maggiore della seconda, come succede sul principio dell'escrescenze de' fiumi influenti, in tal caso è evidente, che tutta l'acqua del lago dee essere declive verso l'emissario, verso il quale anche sono più osservabili le direzioni, ed i moti dell'acqua.

*Ann. XVI.

Tutto ciò, che si è detto de' laghi, si dee intendere proporzionalmente ancora delle lagune, e paludi, *nelle quali però tanto è maggiore la differenza del livello, quanto che l'erbe*, che in queste nascono, *servono molto a sostenere l'acqua più alta in un luogo, che in un'altro*; e perciò si vedono spesse volte calare l'acque dalle paludi considerabilmente, vicino agli sbocchi, e ne' siti più lontani, appena essere sensibile l'abbassamento. Pertanto sì queste, che i laghi, producono l'effetto dimostrato, nel fine *del cap. VI.* cioè di rimediare al difetto delle cadute; poichè egli è certo, che interrendosi un luogo, dovrebbe il fiume, che dentro vi s'inalveasse, avere per lo tratto di esso, molto più di caduta, di quello, che abbiano le acque del lago; il che opererebbe, che il fiume influente si elevasse di fondo, e sormontando le proprie ripe, si portasse ad innondare il paese all'intorno, o formando un'altro lago;

go; o elevandolo colle alluvioni, fino ad incassarsi dentro di esse, e ciò continuerebbe a farsi, finchè coll'altezza del proprio letto, avesse acquistata quella pendenza, che gli è dovuta, oltre le altre circonstanze, dalla lunghezza del viaggio.

Ha un non so che di simile all'ingresso d'un fiume in un lago, il passaggio dell'acqua corrente da una sezione angusta ad un'altra più ampia; essendo che *gli alvei dilatati possono*, ottimamente, *paragonarsi ad un picciolo laghetto*, dentro il quale sbocchi l'acqua da una sezione più angusta, che in tal caso ha ragione d'immissario; siccome la susseguente pure angusta, di emissario. Quindi egli è facile di dedurre le cause delle apparenze diverse, che si osservano nell'uno, e nell'altro sito; poichè, se si vedrà, che dove *i fiumi* sono soverchiamente larghi, ivi l'acqua non corra, o abbia il moto più lento; se vicino alle ripe si troverà l'acqua, quasi essere stagnante, o pure correre con moto vorticoso all'indietro, radendo le ripe medesime, dal che dipende principalmente la conservazione delle sezioni più larghe; se ne' siti medesimi la cadente del pelo d'acqua sarà meno declive di quello, sia, dove l'alveo è di larghezza uniforme, e proporzionata; ed al contrario, se nelle sezioni più strette l'acqua del fiume si vedrà tutta correre con maggiore velocità, e con maggiore pendio di superficie &c. facil cosa sarà applicare le ragioni sopraddette, per ispiegare queste, ed altre simili apparenze; poichè *il lago altro non è, che un fonte, o fiume dilatato, ed il fiume non è, che un lago ristretto*.

Sono *gli alvei de' fiumi, quasi sempre, più larghi di quello, che richiede il bisogno dell'acqua, che portano;* e perciò molte volte sopportano, che loro sia ristretto l'alveo considerabilmente, senza veruna alterazione del loro pelo, il che non accaderebbe, se le larghezze fossero vive; anzi col tenere ristretti gli alvei de' fiumi, s'impediscono quei moti sregolati, che sono, come la lussuria de' fiumi medesimi, e che apportano danno considerabile alle sponde, per la deviazione, che fa l'acqua, dalla direzione del suo filone; e perciò non è meraviglia, se i fiumi grandi, senza veruna maggiore dilatazione, sono molte volte capaci di ricevere nel proprio seno, l'influsso di nuov'acque, poichè rendendosi in tal caso l'acqua proporzionata alla grandezza dell'alveo, viene essa ad essere tutta mantenuta in officio, ed obbligata a conservare la sua dire-

direzione al lungo dell'alveo, senz'alcuno laterale svagamento; ed è ben facile di concepire, che *l'acqua stagnante, o corrente vorticosamente all'insù, non contribuisce cosa alcuna allo scarico del fiume*; e che questa parte dell'alveo, per altro inutile, può benissimo dar luogo, quando vi sia una forza maggiore, al corso di nuov'acqua; e perciò è stato veduto il ramo del Pò di Venezia assorbire, da sè solo, tutta l'acqua del ramo di Ferrara, e di Panaro, senza che, perciò, si abbia avuta la necessità di ritirare gli argini verso la campagna, o siasi veduto maggiormente dilatarsi l'alveo.

Appartengono a questo capo gli effetti, che procedono dall'unione di due fiumi insieme, e dagli sbocchi nel mare: ma perchè abbiamo determinato trattare tutto ciò più particolarmente, richiedendo la materia speziale considerazione; pertanto passeremo a discorrerne ne' due seguenti capitoli.

ANNOTAZIONI
AL CAPO SETTIMO.

ANNOTAZIONE I.

[Al § *E qui prima*]

S*Upposto, che AB (Fig. 30) sia l'altezza dell'acqua, che esce dal fonte le velocità saranno disposte nella parabola BAC.*

Ciò è accidente, perchè appunto nella parabola le ordinate BC, DE, e tutte le altre sono, per la proprietà essenziale di questa curva, nella ragione dimezzata delle ascisse AB, AD, che sono le altezze dell'acqua sopra ciascuna delle parti di una medesima perpendicolare, cioè [secondo le cose dette nel capo primo annotazione 14] in ragione delle velocità delle dette parti. Il parametro di questa parabola è arbitrario, e per conseguente le misure assolute delle velocità espresse per BC, DE sono indeterminate, nè mostrano le velocità assolute, ma solamente le rispettive, o sia la proporzione delle velocità, che è quella degli spazj scorsi da ciascuna parte dell'acqua in un medesimo tempo, qualunque egli sia. Se si volesse prender' un tempo determinato v. g. un minuto d'ora, e per esperienza fosse noto in qualche misura, come d'once, di piedi &c. lo spazio BC, che in tal tempo può descrivere una particella d'acqua colla velocità della pressione corrispondente all'altezza AB, nota anch'essa nelle medesime misure [tali sperienze per le cose altre volte dette non si dovrebbero fare nelle sponde de' vasi, ma si vorrebbe trovar modo di farle nelle stesse sezioni de' fiumi orizzontali] allora il parametro della parabola sarebbe la terza porporzionale dopo le due AB, BC, e tutte le ordinate esprimerebbero gli spazj corrispondenti alle velocità sotto l'altezza AD per lo stesso tempo d'un minuto, cioè le velocità assolute delle diverse parti dell'acqua.

AN-

ANNOTAZIONE II.

[Al § *Per la stessa ragione*]

O*Gni volta, che la velocità media si diminuisse converrebbe, che l' altezza della sezione, della quale si suppone invariata la larghezza, si facesse maggiore.*

E' manifesto, che diminuita la velocità media d' una sezione d' un fiume orizzontale tutte le altre più vicine all' origine, e la stessa vasca, onde l' acqua si somministrerebbe al fiume, dovrebbero crescer d' altezza fino a che per le sezioni così rialzate potesse passare la stessa quantità d' acqua di prima. Quanto poi alle altre sezioni susseguenti dopo quella, a cui fosse apposto l'impedimento, dovrebbe ciascuna di esse (posto, che non si incontrassero inferiormente nuovi impedimenti) serbare l' altezza primiera, appunto come succederebbe se quella sezione, a cui l'impedimento è addattato, fosse più angusta delle altre, che seguono andando verso lo sbocco. Solamente nello scender dell' acqua dalla parte superiore impedita all' inferiore non impedita si farebbe una cascata d' acqua, ma di sotto a questa equilibrandosi di nuovo l'acqua sopra il fondo orizzontale ripiglierebbe il suo corso, portando la superficie, o inclinata, o orizzontale, che fosse nella positura di prima. Quale poi dovesse essere la linea curva rappresentante le velocità delle diverse parti d' una sezione, o sia d' una perpendicolare di essa nelle sezioni impedite, dipenderebbe dalla qualità, e dalla situazione degli impedimenti.

ANNOTAZIONE III.

(Al § *Come per esempio*)

T*Utto ciò si dee intendere non solo ne' casi . . . . ma ancora in quelli ne' quali le velocità d' una perpendicolare sono terminate di sua natura dall' arco d' un segmento parabolico.*

Può questo caso aver luogo anco ne' fiumi orizzontali, quando la superficie sia affetta di qualche grado di velocità dipendente o da discesa precedentemente fatta, o pure da una semplice pressione, che le abbia comunicata la velocità predetta, come nel caso, che il fiume non isgorgasse, come è solito, dal labbro aperto della vasca, onde ha origine, ma da una luce sommersa sott' acqua nella sponda di essa, come si è detto nell' annotazione 3 del capo 5. Ma il caso più frequente è ne' fiumi inclinati, mentre in questi dipendendo le velocità dalla discesa, se AB [*Fig. 66*] sarà il livello dell'acqua nel ricettacolo, onde ha origine il canale CED, la cui superficie corrente sia MKFN, prolungata la perpendicolare EF, che è l' altezza dell' acqua in una delle sue sezioni, fino al detto orizzonte in B, e descritta coll' asse BE, e col vertice B una parabola BIG, tirando per F l' applicata FI, sarà l'arco parabolico IG quello, a cui termineranno le velocità di tutti i punti della perpendicolare EF, purchè le dette velocità non siano state scemate dagl' impedimenti. Ove è da avvertire, che si potrebbe eziandio ne' fiumi inclinati considerare le sezioni perpendicolari non già al fondo, come le considera il nostro Autore, ma all' orizzonte come il P. Ab. Grandi nel suo trattato del movimento delle acque. Come se dal punto del fondo E si alzasse la linea verticale EK, e si prolungasse fino al detto orizzonte in P, e quindi sopra PE come asse si descrivesse col vertice P una parabola, anche in questa l' arco, che resterebbe compreso fra le ordinate al detto asse tirate per li punti E del fondo, e K della superficie sarebbe il termine, o come suol dirsi la scala delle velocità di ciascuna parte dell' acqua fra E, e K.

Per applicare dunque al caso de' segmenti parabolici ciò, che l' Autore ha poc' anzi detto delle parabole intere, se supporremo, che giunto il fiume inclinato CMFE alla sezione FF, le velocità tra E, ed F venissero ritardate, talchè più non terminassero all' arco parabolico GI, ma a cagione d' esempio alla curva ST, certo è, che non potendo tutta l'acqua del fiume smaltirsi sotto l' altezza EF, converrebbe, che si alzasse come fino in R, per modo, che le velocità, che in tali

 cir-

circoſtanze potrebbe concepire quella ſezione fra i punti F et R, terminaſſero anch' eſſe ad una curva SQ, la quale inſieme coll' altra ST chiudeſſe lo ſpazio SQRF eguale al difetto STGI dal trapezio parabolico FIGE, onde lo ſpazio totale RQTE uguagliaſſe lo ſpazio EGIF, ſe pure al creſcer dell' altezza della ſezione non ſi faceſſero alquanto maggiori anco le velocità tra F, et E; nel qual ſuppoſto la curva ST ſi cangerebbe, accoſtandoſi alquanto più ad IG, e l' alzamento FR riuſcirebbe un poco minore, cangiandoſi però eziandio qualche poco l' altra porzione di curva QS, e ciò non potrebbe ſuccedere ſe non quando ad uguagliare il difetto STGI ſi richiedeſſe maggior' altezza di quella, che può baſtare a produrre colla ſua preſſione tra F, et E una velocità media eguale alla media fra tutte le compreſe nello ſpazio FSTE ſecondo le coſe ſtabilite nel capo 4. Intorno alla natura della curva QST vedi più ſotto all' annotazione 10 di queſto capo.

ANNOTAZIONE IV.

(Al medeſimo § *Come per eſempio*)

L*E ſomme delle velocità ſaranno eguali tra loro, dovendo ſempre equivalere alla parabola ABC.*

Cioè a dire dovendo ſempre equivalere ad uno ſpazio coſtante, o ſia queſto eſpreſſo per una parabola, o per un ſegmento parabolico nel modo ora ſpiegato; e la neceſſità di tale equivalenza è manifeſta, perciocchè le ſomme, o i compleſſi delle velocità debbono ſempre rappreſentare una ſteſſa coſtante quantità d' acqua, cioè quella, che il fiume ſcarica in un medeſimo tempo per ciaſcuna delle ſue ſezioni.

ANNOTAZIONE V.

[Al § *Di nuovo*]

L' Altezza NB della figura 43 a cui queſto paſſo ſi riferiſce ſi vuole intendere eguale all' altezza NB della 42 [benchè ciò nelle figure ſia male eſpreſſo] corriſpondendoſi fra loro nell' una, e nell' altra i punti N, N, come pure i punti B, B, e la curva NOP dee parimente eſſere la medeſima nell' una, e nell' altra; perciocchè l' intendimento dell' Autore è di moſtrare come le velocità, che ſenza gl' impedimenti avrebbe l' acqua corrente ſotto l' altezza AB della fig. 42, e che vengono rappreſentate per la parabola ABC, trovandoſi raffrenate dagli impedimenti, i quali di loro natura ſarebbero atti a ridurre la ſcala delle velocità al ſolo ſpazio AED, ſi riſtorino mercè l' alzamento AN, che dovrà ſeguire di quella ſezione, talmente che ſe non foſſe l' aderenza delle parti dell' acqua le velocità verrebbero a terminare alla curva NOP, e a comprendere lo ſpazio NOPB eguale alla parabola ABC, ma atteſa la detta aderenza vengono obbligate (ſenza cangiar punto l' altezza acquiſtata NB) a ridurſi alla curva VOS della fig. 43 eguale anch' eſſa alla detta parabola, o ſia allo ſpazio NOPB dell' una, e dell' altra figura, e con ciò a toglier' in parte la conveſſità della curva NOP, a cui ſenza la predetta viſcoſità ſi ſarebbero ridotte.

ANNOTAZIONE VI.

(Al § *Tre dunque*)

Q*Uando il fondo del canale è orizzontale..... La linea regolatrice parlando teoricamente dovrebbe eſſere perfettamente parabolica.*

Conviene riſtrignere queſta aſſerzione a' ſoli caſi di que' canali, che nelle annotazioni del capo 5 abbiamo chiamati perfettamente orizzontali, cioè ne' quali la ſuperficie è veramente ſenza alcun moto, potendo darſi, che ſuppoſto ancora il fondo orizzontale la ſuperficie corra con notabile velocità, e ciò non meno in caſo, che eſſa ſia parallela al fondo, che eſſendo inclinata, e allora la velocità terminerebbe ad un ſegmento di parabola, come ſi può dedurre da ciò, che, diſtinguendo le diverſe circoſtanze, e poſti ſempre da parte gl' impedimenti, nel detto luogo ſi è moſtrato.

ANNOTAZIONE VII.

(Al detto § *Tre dunque*)

P*Ratitamente la figura, che forma la somma delle velocità sarà sempre eguale ad una semiparabola, ed avrà l'asse tanto maggiore, quanto le resistenze saranno maggiori.*

Cioè a dire sarà sempre eguale a quella semiparabola, che avrebbe per asse l'altezza sotto cui potrebbe passare tutta l'acqua per quella sezione se punto non fosse impedita, la qual'altezza sempre è minore di quella, per cui vi passa essendo impedita, e l'asse di tal figura, cioè l'altezza dell'acqua sarà tanto maggiore, quanto maggiori saranno le resistenze. Da ciò segue, che quando la figura predetta delle velocità fosse anch'essa esquisitamente un'altra semiparabola il parametro di essa sempre sarebbe minore di quello della parabola, a cui terminerebbero le velocità libere; non potendo due parabole, che abbiano l'asse su la medesima retta, e la base parimente su un'altra retta comune, esser' eguali fra loro, se non si tagliano, nè potendo tagliarsi, se quella, il cui vertice è più lontano dalla base, non è meno ampia, cioè a dire di minor parametro dell'altra.

ANNOTAZIONE VIII.

(Allo stesso § *Tre dunque*)

Q*Uindi è, che se le predette resistenze saranno disseguali, e maggiori nel principio, minori nel fine dell' alveo, dovrà andarsi diminuendo l'altezza dell' acqua, la cui superficie perciò sarà inclinata dalla parte del corso.*

Questo si dee verificare, se non erro, in ogni caso possibile di fiumi con fondo orizzontale, o abbiano essi la superficie in tutto, o in parte orizzontale, o inclinata, e qualunque sia la positura dell' orizzonte dell' alveo, cioè o sia questo più alto, o più basso del pelo del recipiente, anzi può servir di regola generale eziandio per li fiumi di fondo inclinato, purchè tutto stesso in un piano, e con larghezza uniforme. Imperocchè gl' impedimenti di qualunque natura si suppongano, e qual siasi la cagione, da cui dipendono, sempre equivagliono, in ordine all' effetto, che ponno produrre nel corso dell' acqua, a diminuzione di larghezza nelle sezioni impedite; e però siccome un fiume, le cui sezioni fossero di mano in mano più larghe andando verso lo sbocco, porterebbe il pelo d'acqua di mano in mano più basso, cioè a dire inclinato a seconda del corso, così pure dovrà egli fare, ove, essendo le larghezze eguali, ritrovi gl' impedimenti gradatamente minori.

ANNOTAZIONE IX.

[Al medesimo § *Tre dunque*]

M*A se le medesime resistenze continuassero sempre d' una maniera uniforme, sarebbe necessario, che le altezze dell' acqua sopra il fondo del canale fossero per tutto eguali, supposta eguale la larghezza di tutte le sezioni.*

In questa asserzione stimo, che l' Autore intenda di comprendere solamente que' fiumi, che anno non pure il fondo, ma eziandio la superficie orizzontale, i quali si è veduto nel capo 5 esser possibili in natura, e de' quali soli ha egli dimostrato le proprietà nel suo libro della misura delle acque correnti. In questi dee esser vero, che le resistenze, o sia gl' impedimenti sempre continuati d' una maniera uniforme non farebbero, che la superficie divenisse mai altro, che orizzontale; ma ove si trattasse di alvei orizzontali con superficie inclinata [casi anch' essi possibili, come ivi si è mostrato] non veggo, che l' egualità, o uniformità degl' impedimenti dovesse necessariamente produrre questo effetto di togliere alla superficie ogni pendenza, e renderla orizzontale.

ANNOTAZIONE X.

(Al § *Il secondo caso*)

M*A mettendo a conto le resistenze, secondo le diverse attività di queste acquisterà diversa natura, e bisognerà sem-*

pre, che le linee delle velocità d' una perpendicolare formino una figura eguale al detto ſegmento.

Parla qui l' Autore de' canali inclinati, nel qual caſo già ſi è detto, che la ſcala delle velocità di ſua natura dovrebb' eſſere un ſegmento parabolico EGIF (*Fig. 66*) Se dunque ſupporremo, che un tal canale incontri delle reſiſtenze, che ne ſcemino le velocità, e ne facciano alzare la ſuperficie F a cagion d' eſempio fino in R, onde le velocità attuali della ſezione ER (le quali velocità riſpetto alla parte inferiore FE ſi vogliono ſupporre non punto accreſciute per l' alzamento FR) terminino alla ſcala QST, ſarà queſta la curva, di cui intende parlare in queſto luogo l' Autore, e di cui dice, che acquiſterà diverſa natura ſecondo la diverſa attività delle reſiſtenze, ſenza determinar' altro intorno ad eſſa.

L' Ermanno nel libro 2 della foronomia al § 420 mettendo a conto que' ſoli impedimenti, che l' acqua riceve dalle aſprezze uniformi del fondo, e delle ſponde in quella ſola ſezione, di cui ſi tratta (ſenza aver riguardo alle diminuzioni di velocità già ſeguite per l' incontro di altri eguali, o talvolta maggiori oſtacoli nelle ſezioni ſuperiori) e prendendo per ipoteſi, che ciaſcuna delle dette due cagioni operi in ogni parte dell' acqua con reſiſtenze, che ſiano in ragione delle velocità attuali di eſſe parti, ricerca la natura della curva, o ſcala delle velocità TSQ, e trova di bel nuovo una parabola, ma il cui aſſe non è ſulla retta EB, ma ſopra una parallela ad eſſa, più vicina all' origine del fiume, e il vertice reſta ſuperiore al livello dell' origine AB. Ma l' incertezza, che egli medeſimo confeſſa di tale ipoteſi, e il non aver' egli conſiderato poter' eſſere la velocità già ſcemata nel tratto ſuperiore della diſceſa, fanno, che in pratica non poſſa il ſuo metodo eſſere di alcun uſo.

Parmi dunque, che più s' accoſti al giuſto la dottrina del Padre Abate Grandi, il quale nella propoſizione 30 del libro 2 del movimento delle acque, figurando un' orizzontale come VL tanto più baſſa del livello dell' origine del fiume AB quanto richiede la diminuzione della velocità della ſuperficie R da quella, che ſenza gl' impedimenti avrebbe acquiſtata per la ſua diſceſa totale da AB fino in R, vuole, che il predetto orizzonte VL, che egli chiama *origine equivalente del fiume* dia regola alle velocità di tutti gli altri punti della ſezione, facendole terminar di nuovo ad una parabola, il cui aſſe coincida colla perpendicolare della ſezione, e il vertice ſia nel detto orizzonte dell' origine equivalente. E però ſe le ſezioni ſi prenderanno, come il Sig. Gulielmini le prende, perpendicolari al fondo (perocchè il Padre Grandi ſuol farle perpendicolari all' orizzonte) ſarà la curva TSQ un' arco di parabola, il cui aſſe ſarà nella retta ER, e il vertice in V, e queſta parabola ſarà, ſecondo che egli ſuppone, la medeſima, che la BIG, la quale rappreſenterebbe le velocità intere della diſceſa ſenza gl' impedimenti, riuſcendone ſolamente diverſa di poſizione.

Seguendo queſta ipoteſi ſe ſupporremo nota la linea BR, che determina la diſtanza della ſuperficie della ſezione dall' orizzonte dell' origine reale del fiume B, e ſe in oltre ci ſarà nota con qualche artificio la velocità attuale della detta ſuperficie in R, cioè lo ſpazio, che colla detta velocità ſi può ſcorrere in un tempo dato, come d' un minuto, per trovare il punto V dell' origine equivalente, ſi tirerà RQ perpendicolare ad ER, ed eguale al detto ſpazio, e ſi deſcriverà col vertice B la parabola BIG di tal parametro, che le ſue applicate, come EG ſieno eguali agli ſpazi, che riſpondono in un minuto di tempo alla velocità dell' acqua, che eſce da un vaſo ſotto le altezze delle aſciſſe BE. Quindi tirando per Q la retta QZ parallela ad RB, la quale incontri la parabola BIG in Z, e per Z la ZH ordinata all' aſſe BR, e per fine prendendo di ſopra ad R la retta RV eguale ad HB, ſarà il punto V l' origine equivalente del fiume, e da eſſo come vertice ſi deſcriverà all' aſſe VE col medeſimo parametro di prima la parabola VQST, il cui ſegmento RQTE eſprimerà le velocità attuali dell' acqua fra R, ed E, e ſarà eguale al ſegmento delle velocità intere IFEG. La medeſima coſtru-

zio-

zione si può addattare a' fiumi orizzontali, ne' quali la superficie corra con qualche considerabile velocità originata da antecedente discesa, o pressione, e si supponga ritardata da impedimenti incontrati. Ma per la pratica senza cercare l'origine reale B del fiume, basterà sapere mediante sperienze ben certe quanta sia l'altezza dell'acqua, che risponde allo spazio RQ dovuto alla velocità della superficie del fiume, la quale velocità si suppone osservata, e tanta sarà la retta RV, che determina il punto V vertice della parabola da descriversi per lo punto Q intorno all'asse VE.

In questo discorso si prende per supposto, che le velocità di quella sezione, di cui si tratta, ancorchè impedita, e rialzata di superficie debbano necessariamente essere in tal guisa distribuite in ciascuna parte dell'acqua, che terminino ad un' arco di parabola, e della medesima parabola, a cui terminerebbero nelle sezioni libere, del che eziandio pare si possa dubitare, potendo gl'impedimenti essere per avventura così ineguali, e così inegualmente applicati alle diverse parti di una stessa perpendicolare, che la scala delle velocità non debba serbare una tal figura.
Ciò non ostante la sostituzione, che si fa
d'un' origine equivalente in luogo della
reale, corrispondendo in qualche modo al-
la diminuzione della velocità della super-
ficie cagionata da tutte le resistenze supe-
riori, parmi ben pensata, e per altro ove
nella sezione non concorresse altro impe-
dimento, che quello de' soffregamenti,
stimerei, che ciò non dovesse alterare di
molto la figura parabolica della scala delle
velocità, se non nelle parti più vicine al
fondo, e nelle perpendicolari della sezio-
ne, che sono accanto le sponde.
Maggior difficultà parmi, che sia in
un'altro supposto, che pur convien fare,
cioè, che data la velocità della superficie R
per l'osservazione, si possa sapere la di-
scesa VR dall'origine equivalente V, a
cui tal velocità corrisponde, non poten-
dosi, come più volte abbiamo avvertito,
affidare inciò nè della tavola data dal Sig.
Gulielmini, nè d'alcun' altra sperienza
fatta ne' vasi, per le ragioni dedotte nel capo primo, e nel quarto; e perciò se al fiume, o canale, di cui si tratta, fosse possibile addattare un regolatore, sarebbe questo il miglior modo per accertarsene, mentre calando la cateratta fino alquanto sotto il punto della superficie R, l'acqua si dovrebbe elevare dalla parte superiore alla cateratta appoggiandosi ad essa; e allora rialzando questa di nuovo a poco a poco, e fermandola in sito, che colla parte di sotto rispondesse al punto R della primiera superficie, dovrebbe ciò non ostante l'acqua trattenuta restare alquanto alta sopra il detto punto R, e ridotta, che fosse allo stato di permanenza dovrebbe precisamente equilibrarsi nelle ipotesi dell'Autore all'orizzonte LV, e segnare colla sua superficie nella cateratta il punto V, cioè l'origine equivalente del fiume, e il vertice della parabola VQST rappresentante le velocità della sezione RE secondo il discorso predetto.

ANNOTAZIONE XI.

(Al § *Il terzo caso*)

S*Upposta AB (Fig. 44) l'altezza dell' acqua &c.*

A maggior dilucidazione di quanto espone qui l'Autore nel terzo caso, che egli reputa il più comune, anzi ne' fiumi rassettati di corso quasi universale, cioè quando essendo il fiume qualche poco declive tuttavia le sue sezioni anno tale altezza viva (acquistata di mano in mano coll'alzamento seguito della superficie per gl'impedimenti incontrati nel tratto superiore) che possa imprimere qualche grado di velocità alle parti inferiori dell'acqua delle dette sezioni, ma non così alle superiori, serbando queste solamente quel grado, che loro è restato per la discesa fatta; sia AB quell'altezza, sotto cui in tale stato corre la sezione, e sotto cui seguiterebbe tuttavia a correre, se non le si affacciassero nuovi ostacoli atti a scemarne la velocità, e pongasi, che le parti superiori dell'acqua di A fino in D abbiano ritenuti tali gradi della velocità acquistata per la discesa, che la velocità del punto D sia per l'appunto eguale a quello,

che

che può produrre l'altezza AD. Espressa dunque la velocità del punto D per la retta DE perpendicolare alla AB, se intorno all'asse AB si descriverà per lo punto E la parabola AECB, siccome la velocità DE vien prodotta dall'altezza AD, così ogni altra velocità de' punti fra D, et B non potrà esser maggiore di quella, che possa produrre l'altezza della superficie A sopra quel punto, onde tutte le velocità di sotto a D si dovranno riconoscere come effetto della detta altezza, e la scala delle velocità dal punto E in giù sarà la parabola EG, o poco diversa da essa, come di sopra si è mostrato nel primo caso. Ma quanto alle parti superiori fra A, e D, le velocità delle quali si suppongono dipendere dalla discesa, termineranno queste, per le cose dette nel secondo caso, almeno a un dipresso ad un segmento parabolico FE, il cui vertice sarà situato in qualche punto dell'asse BA di sopra ad A, e sarà quello, che chiamasi origine equivalente del fiume. Tali dico sarebbero le due curve rappresentanti le velocità delle parti AD, DB, se per un momento s'intendessero durare nel loro stato; ma opponendosi a ciò la resistenza degl'impedimenti, che di bel nuovo si suppone incontrarsi dal fiume in quella sezione obbligheranno l'acqua ad alzarsi; e se la resistenza sarà tale da distruggere del tutto le velocità della discesa (come l'Autore suppone in questo luogo) dovrà l'alzamento AG essere tanto, che la somma delle velocità, le quali in tale stato potrà concepire ciascuna parte dell'acqua nella sezione rialzata, compisca un'intera parabola eguale alla figura AFECB, come BGK; il quale accrescimento egli chiama tuttavia insensibile, perciocchè per poco, che sia, aggiugnendosi velocità a tutte le parti dell'acqua, la parabola BGK sarà più ampia della AEC, e in gran parte supplirà coll'accrescimento delle velocità, e nel resto coll'altezza al difetto AFE; ma se la resistenza predetta non sarà bastante a distruggere affatto la velocità della discesa delle parti superiori, allora dovrà nella superficie G (Fig. 67) della sezione rialzata, e nelle parti vicine ad essa restar tuttavia qualche poco di velocità, onde esprimendo questa per la retta GV, dovrà la GV chiudere la figura curvilinea GVKB eguale alla AFECB, e la curvatura VK sarà di nuovo composta di due archi parabolici VT, TK, il primo de' quali VT sarà la scala delle velocità della discesa residue nel punto G, e negli altri vicini alla superficie, e questa parabola avrà il vertice in un punto come R, superiore a G, e posto nella medesima retta BG, che sarà per un tale stato l'origine equivalente del fiume, e l'altro arco TK sarà la scala delle altre velocità delle parti inferiori della sezione, e questa avrà il vertice in G; avvertendo solo, che tanto nell'uno quanto nell'altro supposto l'ineguale distribuzione, e la diversa positura delle resistenze predette non lascerà, che le scale delle velocità serbino esattamente le dette figure paraboliche, come già si disse nelle note antecedenti.

Da ciò si raccoglie, che quando nel proseguimento del corso del fiume la diminuzione delle velocità della discesa è divenuta assai grande, le due parabole VT, TK si potranno riguardare come una sola, la quale abbia il suo vertice, o nel punto della superficie G; o nel punto R, che insensibilmente ne sarà lontano, nè si potrà commettere grave errore scambiando uno per l'altro questi due punti, e riconoscendo tutta la velocità della sezione dalla sola altezza, come si disse nel capo 4.

ANNOTAZIONE XII.

[Al § *Tutto ciò*]

S*Iccome per lo più è vero in fatti, che le acque de' fiumi sono più veloci nel mezzo, che in altri luoghi.*

Di molto uso sarebbe nella pratica avere metodi ben sicuri per misurare le velocità di ciascuna parte dell'acqua delle sezioni de' fiumi, perocchè ciò servirebbe o di riprova, o di eccezione alle ipotesi, che or l'una or l'altra si assumono in ordine ai principj delle dette velocità, e alla distribuzione di esse, o sia nelle diverse perpendicolari d'una medesima sezio-

zione, o sia nelle diverse profondità d'una stessa perpendicolare. Il Padre Ab. Grandi nel libro primo del suo trattato del movimento delle acque enumera varj artifizj sopra ciò inventati dagl' Idrometri. Per misurare la velocità della superficie non si può gran fatto errare misurando lo spazio corso in un tempo noto da un galleggiante gettato sopra di essa, purchè egli o niente, o insensibilmente sopravanzi la superficie, onde il vento non vi abbia sopra alcuna presa; ma per tal modo non si può conoscere altro, che al più la velocità del filone, perocchè simili corpi, ancorchè posti fuori di esso, tosto o tardi vi si riducono, se non quanto alcuna volta distornandosene nelle varie direzioni, che egli va prendendo fra le tortuosità del fiume lasciano dubbiosa anche questa determinazione. Il metodo di raccorre per un dato tempo l'acqua del fiume in un vaso nel quale entri per un foro or più or meno sommerso sotto la superficie con quello strumento, che propose il fu Sig. Giuseppe Antonio Nadi in occasione delle visite del Pò, e che il Padre Grandi chiama fiasca idrometrica, ove le velocità siano raffrenate (come quasi sempre lo sono) da impedimenti inferiori, lascia un ragionevol dubbio intorno alla sua sussistenza, imperocchè intendendosi di cercare per simili esperienze le velocità attuali dell' acqua, cioè quelle, che anno le parti di essa in virtù della forza, che le produce, modificata dalle resistenze degli ostacoli, quando all'acqua si presenta il foro per cui si fa sgorgare liberamente nel vaso, le si toglie ogni ostacolo, e le si lascia concepir di nuovo quella velocità, che le può dare la forza movente (sia la pressione, o la discesa) senza alcuna resistenza. Ad una simile eccezione parmi di poter dubitare, che sia soggetto l' artificio suggerito (per quanto ho letto in un giornale) dal celebre Sig. Pitòt nel tomo del 1732 delle memorie dell' Accademia Reale delle Scienze, e consiste, se ben l' ho inteso, nell' osservare quanto si alzi entro il braccio verticale d'un tubo piegato l' acqua del fiume, che vi si fa entrare presentando alla corrente il braccio orizzontale del medesimo tubo, il qual braccio ora più, ora meno sia immerso sotto la superficie di quella sezione; ma non avendo per anco veduto quel tomo delle memorie debbo sospendere sopra ciò il giudicio.

Rimane il metodo proposto dal nostro Autore nel libro 2 proposizione 9 della misura delle acque correnti (giacchè a questo si riducono tutti gli altri enumerati dal Padre Ab. Grandi nel luogo citato) e consiste nel determinare la deviazione dal perpendicolo cagionata dall' urto dell' acqua corrente nella palla d' un pendolo immerso entro di essa a diverse profondità; questa maniera viene comunemente approvata, comecchè si disconvenga nel modo di dedurre dagli esperimenti le misure rispettive delle velocità, cioè la proporzione, che anno fra loro le velocità di due diverse parti dell'acqua, nelle quali sia stata osservata la deviazione del pendolo (poichè a tal' uso, e non ad altro fu inventato questo tale artificio, e per quello, che riguarda le velocità assolute ne parleremo appresso.) Si può vedere quello, che dopo il Sig. Guglielmini nel luogo mentovato ne ha scritto il Sig. Varignon nell' opera postuma sopra il moto, e la misura delle acque correnti, il Sig. Ermanno nella foronomia, il Sig. di Gravesande nelle istituzioni della filosofia neutoniana, e il Padre Ab. Grandi nel libro 2 proposizione 42. A me sembra, che quando il fiume sia orizzontale, o almeno assai poco inclinato all' orizzonte, onde si possa negligere la sua declività, come insensibile (come quasi sempre succede ne' fiumi naturali nelle pianure) le tangenti delle deviazioni dal perpendicolo, cioè (*Fig.* 68) le rette GI, GH, le quali sono note per la misura osservata degli angoli GEI, GEH trovandosi una volta la palla nella situazione A, e un' altra nella M, debbano stare fra loro, come i quadrati delle velocità dell' acqua nei detti due luoghi.

Imperocchè alzando per lo centro della palla in A la linea verticale AD di lunghezza arbitraria, ed esprimendo per essa il peso rispettivo della palla (cioè quello, che le rimane di peso, quando ella è immersa nell' acqua) e tirando l' orizzontale DC, che concorra col filo EA; da cui la

pal-

palla è sospesa, nel punto C, e compiendo il rettangolo DB, è noto per li principj meccanici, che la retta DC, o la AB esprimerà la forza con cui l' acqua sostiene la palla nella positura, in cui si è fermata, cioè nell' angolo GEA. Similmente dal centro della palla sostenuta dall' acqua in M alzando la verticale MN, eguale alla DA, per poter' esprimere colla MN lo stesso peso rispettivo della palla, e compiendo il rettangolo NT, la retta MT esprimerà la forza dell' acqua a sostenere la palla in M nell' angolo GEM. Sta dunque la forza dell' acqua in A alla sua forza in M, come AB ad MT. Ma prendendo per raggio la lunghezza DA, o sia CB nel sito A, e parimente la lunghezza MN, ovvero OT [eguale per la costruzione a DA] nel sito M, le linee AB, MT sono le tangenti degli angoli ACB, MOT, cioè degli angoli di deviazione dal perpendicolo GEA, GEM. Dunque la forza dell' acqua in A sta alla forza dell' acqua in M come la tangente dell' angolo GEA alla tangente dell' angolo GEM. Ora le forze, che l' acqua mossa con diverse velocità esercita sopra una medesima palla sono come i quadrati delle velocità, secondo quello, che comunemente si ammette da' meccanici, e si dimostra dal Padre Ab. Grandi nella proposizione 43 del libro 2. [dovendo in fatti le dette forze essere proporzionali ai prodotti delle velocità nelle quantità d' acqua, che percuotono la palla in uno stesso tempo minimo, le quali quantità sono come le dette velocità.] Dunque le tangenti degli angoli GEA, GEM sono come i quadrati delle velocità dell' acqua in A, & M.

Nella pratica di questo metodo danno qualche imbarazzo le direzioni diverse dell' acqua, che non cospirano molte volte colla direzione universale del fiume, o si considerino le dette direzioni di traverso ne' piani paralleli all' alveo, o dell' alto al basso ne' piani delle sezioni, massimamente ove si trovino delle larghezze, o delle profondità non vive; onde spesse volte si veggono cangiamenti incredibili dell' inclinazione del pendolo in pochissima distanza de' luoghi, specialmente ove la palla sia molto immersa, o pure essendo poco immersa, ove la superficie ondeggi alquanto; ne solo si trova cangiare come per salto l' inclinazione del perpendicolo, ma anco deviar il pendolo dal piano dell' istromento, che dovrebbe combaciare, quando è rivolto a seconda del corso. Tutto ciò non ostante si preferisce comunemente una tal maniera di cercare le velocità rispettive delle acque, perchè non se ne sa una migliore.

Quanto alle misure assolute delle velocità trovasi annesso all' opera del Sig. Vallisneri sopra l' origine delle fontane a carte 223 un metodo del Sig. Corradi per determinarle, medianti le stesse osservazioni de' pendoli immersi nell' acqua. Osserva egli, che la forza dell' acqua impellente in qualunque situazione M equivale ad un peso P, che tirasse la palla per direzione orizzontale opposta alla direzione dell' acqua TM, il qual peso ad effetto di mantenere la palla nella declinazione dal perpendicolo GEM, in cui l' acqua la sostiene, dovrebbe per le cose dette stare al peso, che ha la palla nell' acqua, come la tangente della declinazione GEM al raggio, onde per l' osservazione dell' angolo GEM sarà noto il predetto peso P. Intendendo dunque un cilindro d' acqua, che sia del medesimo peso trovato P, e che abbia per base il cerchio massimo della palla, vuole che l' altezza di questo cilindro (la quale si potrà calcolare, quando si abbia noto il peso d' una tal misura d' acqua v. g. d' un'oncia cubica) sia quella altezza, la cui pressione potrebbe produrre quel grado di velocità, con cui l' acqua sostiene la palla nella detta inclinazione; e però supponendosi di poter calcolare sul fondamento di altre sperienze quanta sia la velocità assoluta, che corrisponde alla pressione dell' acqua sotto la detta altezza (egli si vale a tal' uso de' numeri della tavola del nostro Autore registrata nel fine del trattato della misura delle acque correnti) si verrà con ciò a sapere la velocità assoluta dell' acqua, con cui sostiene la palla in M. Ma oltre di che i numeri delle velocità, o sia degli spazj registrati nella predetta tavola, secondo le cose da noi dette nell' annotazione 3 del capo primo sono

tut-

Pagina: 233

tutti minori del vero (e forse della metà incirca) non è bastantemente chiaro, che per essere il peso di quel tal cilindro d'acqua in equilibrio colla forza dell' acqua, che investe la palla, la velocità dipendente dalla pressione (o vogliasi dalla discesa) che conviene all' altezza di quel cilindro, sia appunto quella, con cui l' acqua la investe, come in tal discorso si prende per supposto.

Il Sig. di Gravesande nelle istituzioni della filosofia neutoniana al § 376 trattando della resistenza, che soffre un cilindro, il quale secondo la lunghezza del suo asse si mova entro un fluido, conchiude con un'ingegnoso discorso essere la detta resistenza eguale al peso d' un' altro cilindro composto della medesima materia fluida, colla medesima base del primo, e che abbia per altezza la metà di quella, da cui cadendo un corpo nel vacuo acquisterebbe quella velocità, con cui si move il cilindro, e lo stesso applica poi alle sfere nel § 382. Dal che segue, che se al contrario la sfera starà immobile, e l' acqua si moverà contro di essa, la forza, con cui la spignerà, sarà eguale al peso d' un cilindro d' acqua, che abbia per base il cerchio massimo della sfera, e la cui altezza sia la metà di quella, onde un corpo, che cada nel vacuo, acquisti la velocità, con cui l'acqua si move; dal qual teorema si può dedurre (come poc' anzi si è fatto nel metodo del Sig. Corradi) la velocità dell' acqua, ove per l' osservazione si abbia la declinazione del pendolo dal perpendicolo.

Non lascerò in questo proposito di far menzione d' un'esperimento, di cui l' anno 1727 feci alcuni saggi per tentare di rinvenire con misure immediate non pure le velocità rispettive, ma le assolute delle acque de' fiumi, cioè a dire di trovar lo spazio, che ciascuna parte di esse scorre in un dato tempo parendomi, che un sì difficile argomento non meglio illustrar si possa, che coll' esperienza. AB (*Fig.* 60) era una superficie d' acqua stagnante in una vasca lunga di cinque pertiche, e poco meno larga, sopra la quale a poca altezza si era teso in positura orizzontale, e saldamente raccomandato da amendue i capi della lunghezza, un filo di rame cotto CD, il quale passando per li due anelletti pur di rame E, F teneva sospeso per essi un leggerissimo semicircolo GHI cavato in una assicella piana, e sottile, talchè il diametro di esso GI fosse anch' egli parallelo all' orizzonte, e il punto H de' 90 gradi contati da G, o da I stesse a piombo sotto il centro K della divisione. Era un' altro filo MI di seta attorta legato al lembo del semicircolo verso I, il qual filo si facea passare sopra un cilindro M a guisa di subbio, per modo, che la retta MI si stendesse orizzontalmente, e nel medesimo piano del semicircolo GHI, e il detto cilindro M era fermato in tal sito stabilmente da un capo della vasca. Girando con un manubrio il cilindro M si avvolgeva ad esso il filo MI, che tirava seco il semicircolo, scorrendo questo per mezzo degli anelletti E, F lungo il filo CD, da C verso D. Dal centro del semicircolo K pendeva un perpendicolo KP, che portava una palla di piombo P altamente immersa nell' acqua AB; onde movendosi il perpendicolo al moto dal semicircolo, la resistenza dell' acqua lo facea deviare dalla linea verticale KH dalla parte contraria al detto moto; il quale quando riusciva di render' equabile, avvolgendo sempre coll' istessa celerità il filo IM intorno al subbio M, l' angolo di deviazione HKP dovea mantenersi, e in fatti si manteneva, non ostante il moto dello strumento, sempre d' una stessa misura (maggiore tuttavia, o minore secondo, che in una, o in un'altra esperienza si variavano le velocità del moto predetto) onde nel passare, che faceva la macchina davanti agli occhj di chi era sulla sponda della vasca, bastantemente si distingueva il numero de' gradi HO indicato dal filo KP, i quali gradi erano notati sul lembo del semicircolo con segni neri, e ben visibili. Solo era da avvertire, che siccome prima di cominciare a tirare il filo MI, e con esso tutto l' ordigno, il perpendicolo KP pendeva immobilmente nel sito verticale KH, così al cominciare il detto moto non poteva acquistar subito tutta quella inclinazione HO, che quella tal velocità richiedeva, ma solo vi si riduceva dopo avere lo strumento corso qualche spazio, ne più poi se ne distoglieva

va, purchè il moto fosse equabile, e parimente nel fine del moto non si rimetteva il pendolo sulla linea verticale kh se non alquanto dopo, che il moto si era arrestato; e però si erano notati sulla sponda della vasca due punti V, Z, in diritto de' quali, quando passava il centro dello strumento, si era sicuro per prova fattane, che il filo era nella sua inclinazione permanente. Ne tacerò, che il filo del perpendicolo KP era doppio, e i due capi di esso prendevano in mezzo il piano del semicircolo, da cui stavano un poco discosti, e si riunivano poi nella palla P, il cui centro veniva con ciò a moversi sempre nel piano del semicircolo, e de' fili CD, IM. Notavasi dunque con un'orologio a pendolo il tempo, in cui il centro del semicircolo scorreva lo spazio VZ, la cui lunghezza si era misurata col passetto, al quale spazio era necessariamente uguale lo spazio Kk descritto nel detto tempo dal centro dello strumento, e lo spazio Pp scorso dal centro della palla. Il rapporto dello spazio, e del tempo dava la velocità assoluta della palla corrispondente all' inclinazione notata HO.

Da ciò era facile inferire, che se all'incontro si fosse tenuto fermo lo strumento sopra l'acqua corrente, onde la forza di questa avesse fatto deviare la medesima palla dalla linea a piombo della stessa quantità HO, la velocità assoluta dell'acqua corrente sarebbe stata la medesima, che quella della palla nell' acqua stagnante, e per tal modo dopo diverse prove fatte in acqua stagnante sempre colla medesima palla dandole diverse velocità, e notando le inclinazioni del pendolo si avrebbe avuto uno strumento atto a misurare le velocità assolute delle acque de' fiumi. In quelle, che se ne fecero nella detta vasca le tangenti delle inclinazioni HO furono sempre assai esattamente proporzionali ai quadrati delle velocità.

Dava qualche incomodo nella pratica di tali sperienze il peso dello stesso semicircolo colla palla annessavi, che obbligava il filo CD ad incurvarsi, e a fare un poco di catenaria, onde il semidiametro HK si spiombava alquanto, e l' osservazione dell' arco HO era soggetta a un poco d'errore, ma così a questo come alla maniera di rendere ben' equabile il moto si sarebbe provveduto con altri congegni, se altre occupazioni non mi avessero distolto dal proseguire tali sperienze, le quali quantunque imperfette ho voluto indicare, affinchè se altri le stimassero di qualche utilità abbia campo di perfezionarle.

ANNOTAZIONE XIII.

(Al § *Tutto il contrario*)

P*Erchè la cadente del pelo è più declive.*

Si prende quì per supposto, che la cadente del pelo dell' acqua sia più declive in piena del fiume, che in acqua bassa, il che secondo le ipotesi dell' Autore quando le larghezze siano uniformi non si dee verificare se non in quei tratti, ne' quali il fiume si va tuttavia accelerando per la discesa, come nelle parti dell' alveo più vicine all' origine, e di nuovo presso gli sbocchi, come vedremo nel capo 8. Per altro ove l' acqua cammini con moto fisicamente equabile, il pelo della piena dee essere parallelo al fondo non meno, che quello dell'acqua bassa. Ben'è vero, che in un medesimo tratto di fiume può darsi, che il moto sia renduto equabile, quando il fiume è in istato di magrezza, e però maggiormente risente la resistenza del fondo, ma in istato di piena seguiti ancora ad accelerarsi non soffrendo tanto ritardo dagl' impedimenti.

ANNOTAZIONE XIV.

(Al § *Le cadute*)

D*Ovendo l' acqua precipitare da una caterattta, prima di arrivare ad essa acquista della velocità considerabile, effetto non solo della viscosità dell' acqua, ma anco della mescolanza de' canali da noi spiegata alla scolio 3 della proposizione prima del libro 6 della misura delle acque.*

O sia, che alla sommità della cateratta sia congiunto un piano declive per cui

sdruccioli l'acqua, o che dalla detta sommità liberamente precipiti formando una cascata curvilinea, sempre è necessario, che segua qualche aumento di velocità nelle parti superiori alla cateratta; imperocchè nel primo caso l'acqua avanti di giugnere ad essa comincia a scendere come per un piano maggiormente inclinato per tutto quel tratto, a cui si estende il detto piano declive prodotto allo insù fino al concorso colla superficie dell'acqua; e nel secondo le stesse tangenti della curva descritta dall'acqua del fondo, prolungate anch'esse dentro l'alveo superiore divengono tanti piani inclinati immaginarj, per li quali l'acqua va scendendo prima di giugnere alla cateratta, come l'Autore spiega nel passo da lui citato; e tanto nell'uno quanto nell'altro caso la viscosità, o aderenza, o dicasi attrazione delle parti dell'acqua, fa che la superiore venga in parte rapita, e strascinata dall'inferiore, che corre con maggiore celerità.

A riguardo di tale aumento l'altezza dell'acqua sopra il ciglio della chiusa si trova notabilmente minore, che nelle parti superiori; e pare eziandio ragionevole, che il fondo superiore per qualche tratto si debba risentire, e render meno declive di quello, che sia nelle parti più lontane, dove la velocità non è aumentata. Nulladimeno se la caduta è libera tal diminuzione d'altezza non si rende per l'ordinario notabile molto allo insù, e i galleggianti non si scorgono accelerare il loro moto, che a poca distanza dal ciglio della chiusa: segno evidente, che ivi solo comincia la superficie a inclinarsi sensibilmente più, che al di sopra, cioè, che ivi solo si rende sensibile quell'aumento di velocità, che fa scemare l'altezza.

ANNOTAZIONE XV.

(Al § *Primieramente dunque*)

MOlte volte formano laghi, i quali essendo profondi ponno esser rimedio alla deficienza della caduta.

Che superiormente alle chiuse, le quali attraversano un fiume, si formino dei laghi può succedere ove le acque di esso non portino materia atta a fare deposizione, e ove la sommità della chiusa non solo sia più alta delle ripe del fiume, ma si continui orizzontalmente di quà, e di là dall'alveo di esso per la campagna aggiacente fino ad attaccarsi dall'una, e dall'altra parte coll'alto del terreno, come ne' laghi artificiali, che circondano la città di Mantova per ristagno del fiume Mincio. In tal caso non ha luogo ciò, che l'Autore poc'anzi disse, cioè, che il fondo superiore del fiume venga sostenuto, e regolato dalla sommità della pescaja, che lo attraversa, ma dee restare alla primiera bassezza, se pure in lunghissimo tempo non si rialzasse da quel poco di terra, che sempre portano seco i fiumi anche più chiari, al quale interrimento si può rimediare col lasciare a luogo a luogo nella chiusa degli emissarj muniti di cateratte, e con soglia tanto bassa quanto si stima opportuno, affinchè all'aprire la cateratta la forza stessa dell'acqua sgombri le posature.

Accade qualche cosa di simile anco ne' fiumi torbidi di sopra alle pescaje, qualora queste attraversando obbliquamente il letto del fiume non lo chiudano però affatto, ma lasciando all'acqua un'angusto passaggio accanto a quella delle ripe, con cui comprendono angolo acuto dalla parte superiore, le fanno piuttosto sponda, che ritegno, e l'obbligano a passar tutta almeno in acqua bassa per una sezione molto minore di quella, sotto la quale corre il fiume ne' tratti più regolari. Simili chiuse (se tali si ponno chiamare) in vece di sostenere il fondo superiore del fiume servono a mantenerlo più basso, per la velocità, che acquista l'acqua nell'andarsi riducendo alle angustie di quello sbocco, la qual velocità ella si guadagna coll'accrescimento dell'altezza, e in quella sezione, e nelle altre superiori per qualche tratto, in ricompensa della larghezza scemata; onde tornando poi di sotto alla chiusa alla sua larghezza, ed altezza ordinaria, la sola superficie è quella, che per tal modo si viene a sostenere, e può servire a dar cadata a' mulini, o altri edificj. Di tali traverse alcune ho vedu-

te nel Tevere nelle vicinanze di Todi in occasione di visitare quel fiume l'anno 1731 col dottissimo Monsignore Gioanni Bottari ora Prelato domestico di sua Santità, e potrebbero anco, ove le larghezze sono soprabbondanti, facilitare quella navigazione, se troppi altri ostacoli non vi fossero, che dissuadono dal tentare una tale intrapresa.

ANNOTAZIONE XVI.

(Al § *credono alcuni*)

SE però tanto il fondo del fiume influente quanto quello dell' effluente fossero orizzontali, e situati nel medesimo piano, allora la superficie dell' acqua del lago sarebbe anch' essa affatto orizzontale per la proposizione prima del libro 5 della misura delle acque.

Vedi intorno a ciò quello, che si è detto nell' annotazione 3 del capo 5.

CAPITOLO OTTAVO.

Dello sbocco d' un fiume in un' altro, o nel mare.

NON si trova alcuna particolarità nella materia, che abbiamo fra le mani, la quale sia, per se medesima, quanto più evidente, tanto più controversa, e meno intesa, dello sbocco de' fiumi; io ho sentito, in diverse congiunture pronunziare, sopra di questo fatto, asserzioni così strane, che prima avrei credute impossibili da cadere nella mente degli uomini; e quello, ch'è più, ho osservato, che hanno maggiore facilità a prendere sbagli in questo particolare, le persone mediocremente versate, che le affatto idiote; poichè le prime sul fondamento di alcune regole, o ignote, o non avvertite dal volgo, e credute universali, quando in realtà patiscono molte eccezioni, ne deducono in varj casi conseguenze falsissime. Una di queste è, che l'acqua non possa correre, se non ha caduta al suo termine, ed è assioma così universale appresso di quelli, i quali si chiamano periti, che non dubitano punto di dedurne, che un fiume non possa sboccare, o nel mare, se questo si trovi gonfio; o in altro fiume, durante la di lui piena; e che i fiumi influenti debbano scaricare l'acqua propria, tutta sopra il pelo del recipiente, con altre simili asserzioni erronee, e perniciose, le quali conducono a spese inutili, a proposizioni dannose; e molte volte divertiscono l'animo di chi le promuove, da quelle, che riuscirebbero più salutari.

En-

Entrano i fiumi influenti, non v'ha dubbio, nel mare, nè qualunque forza di esso è bastante, a rispingere un fiumicello, quantunque picciolo; purchè egli sia provveduto di sponde sufficienti, come più abbasso si dirà; posciachè, come può mai immaginarsi, che un fiume perenne, se fosse impedito del tutto il di lui corso, non si elevasse, quasi instantaneamente, ad altezze enormi per l'abbondanza dell'acqua sopravveniente, uscendo con ciò dal proprio letto, ed innondando le campagne; il che se bene qualche volta succede, ciò però non nasce, perchè il fiume non sia valevole col tempo ad acquistar forza da superare il contrasto, che fa il mare al suo ingresso; ma perchè, o non ha, o non si mantiene le sponde all'altezza necessaria; e perciò de' fiumi stabiliti di alveo, non si può, con verità, asserire, che il mare impedisca loro affatto lo scarico. Similmente, s'egli è vero, che i fiumi, s'ingrossino per l'unione d'altri fiumi, chi potrà sanamente sostenere, che un fiume reale, nella sua piena, proibisca l'ingresso ad un'influente, e che questo sia perciò obbligato a ritenere le sue acque nel proprio alveo, fino allo sgonfiamento dell'altro? Procureremo noi dunque di spiegare il modo, col quale ciò succeda, il che faremo nella seguente proposizione.

Proposizione Prima.

Spiegare il modo, col quale i fiumi entrano in altre acque, o correnti, o stagnanti.

Per ben'intendere ciò, è necessario ridursi alla memoria due proposizioni di eterna verità; la prima delle quali è: che *quando un fiume corre, e la di lui superficie non si alza, nè si abbassa di livello; allora per tutte le di lui sezioni passano delle quantità d'acqua, precisamente eguali*: ciò è vero in astratto, in concreto, ed in tutte le circostanze, e condizioni possibili; dal che ne nasce, che *ogni volta, che la superficie dell'acqua d'un fiume perenne, ed influente, è resa stabile; allora esce dal di lui sbocco, ed entra nel recipiente quella copia d'acqua*, nè più, nè meno, *ch'è somministrata dalle parti superiori del fiume*. Ma, *se la superficie predetta si anderà abbassando, sarà scaricata dallo sbocco acqua in copia maggiore, che non è quella, che viene di sopra*; e finalmente, *se la predetta superficie si eleva, più acqua viene dal fiume di quella sia vomitata dallo sbocco*. Questi sono tre segni infallibili della qualità degl'impedimenti, apportati dall'ac-

qua

qua del recipiente al corso dell' influente; perchè se in un fiume, che porti sempre eguale quantità di acqua, si vedrà la superficie di esso allo sbocco elevarsi, segno sarà, che il recipiente impedisce lo scarico al fiume; mentre l' acqua trattenuta è quella, che aumenta l' altezza; ed al contrario, abbassandosi la superficie del fiume allo sbocco, sarà indizio dello sminuirsi, che faranno gl' impedimenti opposti dal recipiente allo scarico, portandosi ad uscire dalla foce del fiume, non solo la quantità dell' acqua corrente, somministrata dalle parti superiori; ma in oltre tutta quella, che prima era stata trattenuta dal ristagno.

Quando l' acqua cresce per gli ostacoli trovati alla foce, non seguita però ella ad elevarsi all' infinito; ma arrivata ad un certo termine, stabilisce la propria superficie: segno, che allora è eguale lo scarico all' influsso; quindi è, che se le ripe del fiume non saranno tant' alte, quanto si richiede per sostenere la superficie dell' acqua a quell' altezza, che è determinata dalla natura per lo scarico di tutto il fiume influente; sarà necessario, che l' acqua di esso, sormontandole, si sparga lateralmente a cercare altra strada, o accesso più facile al suo termine; o pure alcun seno, dove contenersi, ed equilibrarsi.

Da qual principio sia desunta dalla natura la determinazione dell' altezza necessaria all' intero scarico del fiume, si raccoglie dall' altra proposizione, che dee rammemorarsi: cioè, che *ne' fiumi, de' quali le sezioni tutte scaricano egual copia d' acqua in un dato tempo, le velocità medie devono sempre essere reciproche all' aree delle sezioni*; perciò passando, come si è detto di sopra, per la foce altrettant' acqua, quanta si trasfonde da una delle sezioni superiori, forza è, che la velocità media dello sbocco stia alla velocità media della sezione superiore, come l' area di questa, all' area dello sbocco; e perchè l' area delle sezioni, e dello sbocco è composta d' altezza, e di larghezza; se la larghezza sarà inalterabile, sarà altresì necessario, che l' altezza dello sbocco si accresca di tanto, quanto importa la diminuzione della velocità media di esso, considerando l' alterazione, che si fa nella velocità, all' alzarsi della sezione.

Per più chiara intelligenza di ciò, si dee avvertire, che *un fiume, il quale entri in un' altro, può entrarvi in tre maniere* (1) *o cadendo dall' alto*, come nelle cateratte: e ciò succede, quando il fondo

do del fiume influente è più alto del pelo del recipiente; o pure (2) *spianando la sua superficie su quella dell' altro*, in maniera, che la larghezza superiore dello sbocco, che sta distesa trasversalmente sulla superficie dell'acqua, sia come la comune sezione di due piani, l'uno de' quali sia la superficie dell'influente, l'altro quella del recipiente: e ciò accade, quando il fondo dell' influente è basso sotto il pelo del recipiente, almeno quanto basta a formare la predetta proporzione reciproca; o finalmente (3) *quando la superficie dell'acqua dell' influente fa qualche notabile discesa, per introdursi nel recipiente; senza però, che tutta l' acqua vi cada*: e questo effetto nasce dal fondo dell' influente, più basso del pelo del recipiente; ma non quanto basta per dare lo scarico a tutta l'acqua propria, per la sezione, compresa tra la linea trasversale della larghezza del fondo dello sbocco, ed il pelo dell'acqua del recipiente.

Nel primo caso, quando, cioè, il fondo dell'influente è più alto del pelo del recipiente, non v'è chi possa dubitare, farsi uno scarico libero, ed in niuna maniera impedito dall'acqua del recipiente; anzi piuttosto, cessando nella caduta gl' impedimenti del fondo, e delle sponde, nel principio di essa, l' acqua scorre più veloce, e si assottiglia; e conseguentemente resistendo meno all' acqua, che immediatamente la seguita, questa anch'essa si rende più veloce, e così gradatamente per qualche spazio all' insù, finchè, non risentendosi più la felicità dello sbocco, l'acqua corre con quella velocità, che le attribuiscono le cause di essa, e che le viene permessa dalla qualità degl'impedimenti; quindi è, che *i fiumi, vicino a' loro sbocchi di tal natura, si diminuiscono di corpo, e formano la loro superficie sempre più inclinata all'orizzonte, disponendola nelle cadute libere, secondo il tipo d' una linea curva*: e quì si dee applicare tutto ciò, che abbiamo detto *nel capitolo antecedente*, parlando delle cateratte.

Ma perchè *i fiumi, che hanno il fondo capace di corrosione, non sopportano simili cadute*, mantenute ne' luoghi, dove si trovano, o dall'arte, o dalla resistenza insuperabile del fondo, perchè, a causa della gran violenza, escavandosi il fondo, viene finalmente a profondarsi; perciò * si fa luogo al secondo caso, che in fatti, è il più frequente, osservandosi, che *i fiumi influenti si spianano sulla superficie de' recipienti; s' elevano, e s' abbassano di pelo con essi*; e si mantenten-

* Ann. L

tengono il fondo tanto basso, che possa dar'esito alle loro massime piene, sotto la superficie più bassa del recipiente; e perciò *i fiumi temporanei, non solo s'uniscono colle superficie dell'acqua, ma ancora co' fondi de' proprj letti*; come pure fanno, per la ragione medesima, i fiumi confluenti perenni, se portano eguali quantità di acqua.

Ne' fiumi adunque *temporanei*, che s'uniscono insieme, *se uno verrà colla sua piena, trovando l'altro in istato di siccità*, non succederà altro effetto, che quello, che farebbe un fiume, quale da un' alveo più angusto passasse ad uno più dilatato; solamente *rigurgiterà l'acqua dell' influente all' insù per l' alveo dell' altro*, fino a quel segno, che sta a livello coll'altezza della piena, nell' alveo comune; ma, *se il fiume recipiente sarà perenne, non si dee dubitare, che l' altezza dell' acqua di esso non faccia qualche impedimento*, e contrasto a quella, che influisce; ciò rendesi manifesto dal considerare, che, cessando l'acqua influente, quella del recipiente rigurgiterebbe; come in tal caso, di fatto rigurgita per l'alveo dell' influente; e perciò quella forza medesima, che può spingere l'acqua del recipiente all' insù, s' oppone all' ingresso dell'influente.

*Annot. II. Può questa considerarsi in due maniere; cioè, (1) *o come * il solo momento della pressione dell'acqua*; e questa, siccome non può spingere il rigurgito, che sin dove arriva l'orizzontale della superficie dello sbocco, così non può estendere maggiormente gli effetti

* Annot. III. dell' impedimento, che apporta all'influente; * *o pure* (2) *vi si aggiunge l' impeto acquistato per la caduta, o per qualche altra forza esterna*; e questo, se non si rifrange dagl' impedimenti dell' alveo influente, come per lo più succede, è potente a fare avanzare il rigurgito &c. qualche cosa di più, di quello, che porta la forza del solo equilibrio.

Co' mezzi medesimi può operare l'acqua del fiume influente, affine di superare il contrasto del recipiente; poichè ella può fare lo sforzo alla foce, o per solo momento di pressione; o per quello dell'impeto preconceputo; per lo solo momento di pressione, trovandosi l'acqua tanto dell' uno, quanto dell' altro all' altezza medesima; tanto contrasta l' acqua, che impedisce lo sbocco, quanto fa forza quella, che tenta di acquistare lo scarico; e perciò essendo equilibrate le forze per questo capo, resta, che la prevalenza del fiume, ch' esce dallo sbocco, si desuma dall' impeto. Può

que-

questo nascere, o in tutto, o in parte. (1) Dalla discesa, la quale, avendo cominciato a rendere veloce l'acqua, assai più sopra allo sbocco, non può di meno, di non essere maggiore, e di non superare il momento della sola pressione dell'acqua recipiente. (2) * Può nascere il medesimo impeto dalla sola pressione; ma perchè l'impeto è accompagnato da una velocità attuale, con una determinata direzione; ed il conato della pressione non è, che una velocità potenziale, senza alcuna vera determinazione; ma bensì indifferente a riceverle tutte; ne segue, che l'impeto dell'acqua dell'influente prevalerà alla sola pressione; e perciò, scacciando dallo sbocco l'acqua del recipiente, entrerà nell'alveo di questo, e prenderà i di lui moti, e direzioni.

*Annot. IV.

* Sia per maggiore chiarezza AC l'altezza dell'acqua del fiume influente, e sia il punto A la superficie dell'acqua nello sbocco: certa cosa è, per le cose dette di sopra, che se il fiume correrà per velocità acquistata nella discesa per l'alveo inclinato, le velocità della perpendicolare AC termineranno al segmento parabolico BHD, dimodochè la figura ABDC sarà il complesso, o somma delle velocità di detta perpendicolare. In oltre, se ci immagineremo, che operino dalla parte opposta i conati soli della pressione del fiume recipiente; essendo questi tra loro in proporzione delle altezze, saranno le loro impressioni contenute nel triangolo CAD, il quale detratto dal segmento parabolico, resterà il triangolo misto ABHD, che misurerà l'eccesso delle velocità, sopra l'energia de' conati; e perciò, essendo questi superati da quelle, potrà il fiume influente entrare nel recipiente. Similmente, posto, che il fiume influente corresse colla sola velocità, dovuta all'altezza del corpo d'acqua; essendo che tali velocità occupano la figura di una parabola, come CADB, e le impressioni del conato, quella del triangolo CAB; le velocità dell'influente supereranno, anche in questo caso, le impressioni de' conati, che fa l'acqua del recipiente, di quanto importa la figura ABD; con questa avvertenza però, che dette figure residue, non danno alcuna cosa di assoluto, per non potersi determinare la proporzione della forza della velocità massima alla forza del conato massimo, nella medesima maniera, che non è paragonabile la forza della percossa, a quella della semplice gravità; essendo però certo, nell'uno, e nell'altro caso, che maggiore è la forza di un gra-

Fig. 47.
*Annot. V.
Fig. 48.

ve mosso, di quella, che avrebbe il medesimo, trovandosi nel semplice conato al moto; il che, nel nostro caso, vuol dire, che la base della parabola CAB, o del segmento CABD, dovrà sempre essere maggiore della base del triangolo CAD, o CAB, dal che ne nasce la prevalenza delle velocità sopra de' semplici conati.

Non è dunque *possibile, che un fiume influente, il quale abbia lo sbocco a seconda del corso del recipiente, o che entri in un' acqua stagnante, sia rigettato da essa*; anzi piuttosto, a misura dell'impeto, che avrà nell' ingresso, farà mutare, o prendere qualche direzione all'acqua, dentro della quale esso si scarica; come abbiamo detto, dovere succedere a' laghi &c. *nel capitolo antecedente*. * Non v' ha dubbio però, che, *se l' acqua del fiume recipiente crescerà, restando invariata quella dell' influente*, non *possano crescere i conati della prima tanto, da pareggiare, o superare le velocità della seconda*; ma in tal caso, ritenuta l' acqua nell' alveo dell' influente, s' alzerà ben presto di corpo, in soccorso delle velocità ritardate, che però mai potrà rimettere allo stato di prima; perchè accresciuta la sezione, per l' alzamento dell' acqua allo sbocco, l' impeto preconceputo si spargerà per essa; e perciò resterà in ogni parte minore. Che se l' acqua del recipiente crescerà con più celerità di quello, possa elevarsi l' acqua dell' influente, come succede, quando questo è assai magro; allora l' acqua dell' altro, non solo sul principio, le impedirà l' ingresso; ma ancora entrerà nel di lui alveo, e concorreranno a farlo elevare di pelo, non solo l' acqua trattenuta, ma la rigurgitata; e fatto che sia l' alzamento, a un dipresso, fino al livello della piena del recipiente, resterà l' acqua, quasi senza moto apparente, e farà l' effetto di un lago, che riceva dalla parte superiore, l' afflusso continuo di poca acqua; onde, siccome ne' laghi l' acqua esce dall' emissario, così anche in questo caso, è necessario, che l' acqua esca per la foce del fiume, che ha ragione di un' emissario eguale, se non maggiore, del lago medesimo. La ragione di ciò si è; perchè, sebbene l' acqua rigurgitata sembra stagnante; non è però priva affatto di moto, tutto che inosservabile, a cagione del quale viene spinta a scaricarsi; e la causa efficiente di ciò non è altra, che quella picciola elevazione di acqua, che fa l' inclinazione alla superficie del rigurgito; e che la rende qualche poco più alta nelle parti superiori, che allo sbocco; ed in conseguenza atta, a generare maggiore velocità di

*Annot. VI.

quel-

quello, che possa il conato dell'acqua recipiente; e sebbene in casi simili la predetta differenza di altezza è impercettibile ad ogni senso è però benissimo attesa dalla natura, che non l'addimanda maggiore di quella, che basta, per dare quella minima velocità, ch'è sufficiente a fare scaricare per una sezione ampiissima (quale in tal caso è la foce del fiume) una picciolissima quantità di acqua. Se poi l'acqua del fiume recipiente esercitasse contro lo sbocco, non solo il conato; ma anche il moto attuale con qualche velocità, e direzione, o retta, o obbliquamente a lui contraria; in tal caso, o la velocità dell' influente sarà maggiore, o no: se sarà maggiore, è certo, che rispingerà, e rivolterà ad altra parte la direzione del recipiente, e con ciò si farà luogo all'uscita; ma essendo minore, converrà, che si elevi di superficie, molto più, che nel caso antecedente, per imprimere alle parti inferiori dell'acqua, tanto di sforzo, quanto può bastare a superare la velocità, e direzione contraria, il che finalmente dee succedere col successivo alzamento di superficie, che tanto durerà a farsi maggiore, quanto lo sforzo dell'influente continuerà, a non essere maggiore di quello del recipiente; cioè a dire, fin che detto alzamento possa imprimere ad ogni sezione tali gradi di velocità, da' quali astraendone un medio, sia esso ad un simile, dentro di una sezione non impedita dal rigurgito, in proporzione reciproca delle sezioni medesime.

Di quì si può comprendere ciò, che operino alle foci de' fiumi, i flussi, e le borasche del mare, e l'alzamento, che cagionano all'*acque de' fiumi* medesimi, i quali, *se averanno le sponde così alte, che siano sufficienti a sostenere l' acqua, a quell' altezza, ch' è necessaria per rispingersi al mare*; al sicuro *sforzeranno qualsisia impeto dell' onde*. E ben'anche evidente, che le sezioni degli sbocchi, e tutte quelle, che restano impedite da' rigurgiti, devono acquistare tanto maggiore ampiezza (siasi in larghezza, o profondità,) quanto viene indebolita la loro velocità; e perciò i fiumi reali si conservano le foci così aperte, che alle volte fanno l'ufficio di porti, a' vascelli di alto bordo, quando la spiaggia del mare permetta loro di accostarvisi: questa è anche la ragione, per la quale molti fiumi richiedono più foci; alcuna delle quali alle volte si ottura, cioè la più impedita, o la meno veloce: nel qual caso, o l'acqua si volta per gli altri sbocchi, ne' quali sono minori gl' impedimenti, e per conse-

guenza il corso è più vigoroso, o pure se n' apre un nuovo, più facile, e più spedito.

E' da notare nel particolare delle foci de' fiumi al mare, che tanto i flussi, quanto i riflussi fanno diversi effetti considerabili, i quali ponno essere altrettanti Corollarj, dedotti dalle cose dette di sopra, per ispiegazione del modo, col quale i fiumi entrano in altri fiumi. Il che &c.

Corollario Primo.

D*Urante il flusso, o marea alta, la velocità media delle acque del fiume si sminuisce*; e perciò dà luogo alla deposizione delle torbide nel fondo dell'alveo; ma sopravvenendo il riflusso, o marea bassa; perchè, levandosi l'ostacolo alla foce, l'acqua trattenuta in maggior' altezza di quella, che conviene alla sua quantità, acquista considerabile velocità; perciò tutta la materia deposta, di nuovo s' incorpora all' acqua, e viene portata nel mare.

Corollario II.

E Perchè l' impedimento, che fa un fiume all' ingresso di un'altro, è equiparabile al flusso marino, e maggiormente, quando rigurgita nell'alveo di esso; perciò *il medesimo effetto succede anco agli sbocchi de' fiumi in altri fiumi*, interrendosi gli alvei degl'influenti, durante il ristagno, o rigurgito; e di nuovo escavandosi, al cessare de' medesimi; tutto ciò dunque, che si dirà più a basso, circa le foci al mare, si dee proporzionabilmente intendere degli sbocchi ne' fiumi.

Corollario III.

PErchè il fiume dee poter' entrare nel mare, nella di lui maggiore bassezza, anco con le sue massime piene, incontrandosi frequentemente, che entrino fiumi pienissimi nel mare bassissimo di superficie; perciò egli *è necessario, che computata la larghezza della foce, acquisti nel resto, in profondità, una sezione proporzionata al corpo della massima piena; e tale profondità dee regolarsi sotto il pelo più basso del mare*; dal che ne nasce poi, che *alcuni fiumi non molto abbondanti d' acqua, i quali sboccano in mare* di tal sorte, *che* ne' loro flussi *si alzino venticinque, o trenta piedi; fanno una gran mostra di*

loro

loro medesimi, e si rendono navigabili, in tempo del flusso, da qualsivoglia legno, per tutta quella lunghezza, che risente la marea.

Corollario IV.

INcontrandosi di venire i fiumi pienissimi in tempo delle borasche maggiori, che vuol dire, in tempo, nel quale hanno luogo i più grandi impedimenti, che possano succedere alle loro foci; sono stati avvertiti gli uomini dell' altezza delle sponde, che si richiede per provvedere all'espansioni laterali; e perciò, occorrendo, vi hanno fatti argini di altezza sufficiente a contenere l'acqua in quello stato; che, come si è detto di sopra, è quello, che cagiona lo scarico intero del fiume per la sua foce; quindi è, che *cessando la borasca, o calando la marea in tempo, che anco duri l' altezza del fiume, si scarica nel mare copia d' acqua maggiore di quella, sia somministrata dalla fiumara*; * e perciò dal punto, nel quale i fiumi sono alterati dalle agitazioni, o ristagni del mare, *il fondo degli alvei si rende meno declive, e la declività va sempre scemando, quanto più s'accosta alla foce*. Che *se il fiume, per se medesimo, avrà tanta copia di acqua da mantenersi il fondo orizzontale*, in tal caso *si profonderà maggiormente*, e tanto, per appunto, quanto s' egli portasse di acqua propria, tutta quella abbondanza, che li viene aggiunta, o ristagnata dentro l' alveo, per lo gonfiamento del mare: e questo è ciò, che vogliono inferire gli architetti delle acque, quando dicono, che *i flussi, e riflussi del mare mantengono espurgati gli alvei de' fiumi per tutto quel tratto, al quale essi arrivano*.

*Annot. VII.

Corollario V.

NE' fiumi, che hanno lo sbocco aperto al mare, se l'acqua di essi non si altera di sostanza, o di sapore, dentro l'alveo proprio, per quel tratto, che consente col mare, segno è, essere ella copiosa, almeno in proporzione del contrasto, che le fa il mare, e ciò maggiormente, se un fiume, come si narra di molti, porterà le sue acque per buono spazio, dentro la marina, il che si conosce dal sapore, dal colore, ed anche in parte, dalla direzione del moto dell' acqua; ma se la medesima cangia di natura, col participare, o la salsedine, o altra qualità dell' acqua marina, allora è indizio, che l' acqua propria del fiume è poca; o che i contrasti del mare sono violenti, o per l' alzamento, o per l' impeto

de' venti; e tanto più, quanto a maggior segno s'avanza la salsedine.

Corollario VI.

PErciò *in que' fiumi, che hanno poca acqua, si vede correre quella del mare al contrario di quella del fiume nel tempo del flusso, e nel riflusso si osserva correre l'una, e l'altra verso il mare*; e perchè questo corso richiede qualche tempo; perciò si dà il caso, che il ritorno dell'acqua del fiume verso la marina, non cominci precisamente sul punto del riflusso; ma ora qualche poco dopo, ora qualche poco prima, accordandosi i tempi di questi riflussi allora solo, quando l'acqua del mare rigurgitata, s'uguaglia, a un dipresso, all'acqua trattenuta del fiume, ed in questo caso il pelo della medesima sarà orizzontale; ma negli altri due casi, sarà inclinato al contrario del fiume, e solo sarà orizzontale nel momento del riflusso.

Corollario VII.

L'*Ingresso de' fiumi nel mare si fa a mezz' onda*, che vale a dire, che la superficie dell'acqua non viene regolata, nè dalla parte superiore dell'onda, spinta contro lo sbocco (sia ella, o di moto ordinario, o pure borascoso) nè dal basso dell'onda medesima; ma bensì dal punto di mezzo, tra il maggiore alzamento, e l'abbassamento dell'acqua ondeggiante; e la ragione è fondata sulla velocità del bilanciamento dell'acqua, la quale non permette, che il pelo del fiume si elevi alla sommità dell'onda, nè si abbassi alla di lei maggiore concavità; e perciò viene ad equilibrarsi con questi contrarj conati, in un sito di mezzo.

Proposizione Seconda.

L'*Alzamento delle piene, vicino agli sbocchi de' fiumi riesce sempre minore, che nelle parti più lontane.*

Ciò è stato osservato da diversi, e principalmente dal P. Castelli; ed è vero, quando il fiume cresce per nuova acqua sopravveniente; anzi si osserva, che negli sbocchi medesimi, l'acqua ordinariamente non si eleva, che tanto, quanto il corpo dell'influente fa elevare il pelo del recipiente; cioè a dire, rispetto al mare, insensibilmente; e la ragione di ciò è, che entrando i fiumi, per esem-

esempio, nel mare, hanno, per quello si è detto di sopra, tutto il
loro ingresso al di sotto della di lui superficie, proporzionandosi
lo sbocco in largo, ed in profondo; e perciò * la cadente del pelo *Ann. VIII.
d' acqua del fiume influente, non variandosi la superficie del ma-
re, tende sempre al termine medesimo; e però è necessario, che
ella sia più inclinata verso lo sbocco in tempo di piena, che in ac-
qua bassa; e perchè due linee diversamente inclinate all' orizzon-
tale, e concorrenti in un punto medesimo, tanto più si scostano
l' una dall' altra, quanto più si allontanano dal punto dell' unio-
ne; perciò necessariamente le piene devono fare, lontano dallo
sbocco, maggiore alzamento, che vicino al medesimo. Il che &c.

Per ispiegare, da quale cagione dipenda la diversa inclinazione
dell' acqua bassa, e dell' alta, si dee rammemorare ciò, che ab-
biamo detto nel *capitolo precedente*; trovarsi, cioè, delle sezioni
morte, nelle quali l' acqua, o non corre, o corre lentamente,
più di quello esiga la propria altezza; e che, per conseguenza, so-
no molto maggiori del bisogno; tali tra l' altre sono quelle de'
fiumi ne' siti, che risentono i rigurgiti; cioè le vicine agli sboc-
chi; quindi è, che sopravvenendo la piena, basta, che l' acqua sta-
gnante, o mossa lentamente, acquisti velocità maggiore verso lo
sbocco, il che si ottiene con ogni poco d' altezza, che si aggiun-
ga alla primiera, attesa la grandezza soprabbondante della sezio-
ne, e la facilità, che ha l' acqua sul principio del moto di crescere
in velocità, molto maggiore di quella, che ha, affetta che sia di
velocità considerabile; il che non trovandosi nelle sezioni supe-
riori lontane dal rigurgito, che sono, o proporzionate solamente
al bisogno, o poco maggiori; si ricerca in esse maggiore accresci-
mento di velocità in ciascheduna parte di acqua; e per conseguen-
za maggiore altezza di corpo, anche a riguardo della maggiore
velocità precedente, come si fa manifesto dal considerare la natura
della parabola, primaria regolatrice delle velocità.

Corollario primo.

QUindi è, che *i fiumi*, *i quali sono assai declivi di fondo*; e che,
perciò, non sentono gl' impedimenti del rigurgito molto
lontano dallo sbocco; anche *in poco spazio fanno vedere questo effet-
to*; ma per lo contrario *i fiumi reali*, che camminano con poca pen-
denza; e perciò sono soggetti per più lungo spazio al rigurgito,

gode-

godono di questa proprietà in maggiore distanza dal mare, la quale però mai non si manifesta sensibilmente, che poco più oltre al sito, dove arriva la forza del rigurgito medesimo.

Corollario II.

DA questo principio anche dipende la causa di un' apparenza assai sorprendente, la quale rendesi impercettibile a molti: ed è, che trovandosi un fiume influente con poca acqua propria; ma con un grande rigurgito del recipiente, che lasci poco di vivo agli argini, o sponde del primo; sembra a molti, che, venendo una piena a questo, dovrebbe sormontare le proprie sponde, parendo loro inverisimile, che pochi piedi, e talora poche oncie di ripa, che sopravanzano al pelo del rigurgito, possano essere sufficienti a contenere una piena, che sopravvenga; e pure, quando sono succeduti di tali casi, si è veduto, che la piena non ha sormontate le sponde, e si è elevata pochissimo sopra la superficie del rigurgito predetto; ma nell' istesso tempo si è osservato, che tutta l' acqua, che prima pareva immobile, ha cominciato a muoversi verso lo sbocco.

Corollario III.

DAl detto in questo proposito ne nasce ciò, che nota il P. Castelli, cioè, che dall' osservazione di poche oncie di altezza fatta da una piena di un fiume vicino allo sbocco, si può dedurre l' elevazione di molti piedi d' acqua nelle parti superiori; * ma non è già conforme alla verità ciò, ch' egli avverte al corollario 14, che i fiumi vicino al mare, crescano di velocità; se non in quanto la vicinanza dello sfogo libero, può contribuire a renderli più veloci; o almeno a non impedire il loro corso, tanto, quanto in parità di circostanze, si fa più lontano.

*Annot. IX.

Proposizione Terza.

*Annot. X. *

SE l' alzamento dell' acque di un fiume allo sbocco, si farà per cagione di qualche impedimento opposto, e ritardante il corso di esso; e particolarmente per lo ristagno del mare, o per rigurgito della piena di qualche fiume recipiente; in tal caso l' acqua si eleverà più, vicino allo sbocco, che nelle parti superiori.

Ciò è manifesto dovere succedere; perchè essendo la superficie del

del fiume influente, inclinata verſo lo sbocco, viene ella ad eſſere interſecata nelle parti ſuperiori dalla linea del pelo del rigurgito. Lo ſteſſo ſuccede, ma con minore divario, nel riſtringimento degli sbocchi, che obbliga l' acqua influente in quel ſito ad alzarſi di pelo; perchè a cauſa del riſtringimento accennato, reſtando tutte le ſezioni ſuperiori, colle loro larghezze morte, cioè con acque alle ſponde, ſtagnanti, o per tutto ritardate, ſuccede quaſi lo ſteſſo, che ſe tutto il fiume s'andaſſe riſtringendo; onde, ſiccome in queſto caſo l' acqua s' alzerebbe più nelle ſezioni riſtrette, che nelle più ampie, le quali non aveſſero alcuna conneſſione, o dipendenza dalle prime; così, nell' iſteſſa maniera, nel caſo del ſolo riſtringimento dello sbocco, l' acqua ſi eleverà per lungo tratto; ma finalmente nelle ſezioni ſuperiori non patirà alcuna elevazione, e nelle inferiori ſempre più, quanto eſſe ſaranno maggiormente vicine allo sbocco. Il che &c.

Di quì ſi conoſce la ragione, per la quale *la piena di un fiume, entrando in una palude, o lago ſcarſo di acqua, v' entra con maggiore velocità, e con minore altezza di corpo, di quello faccia, trovando la predetta palude, o lago in colmo; abbenchè la quantità della piena ſi ſupponga, nell' uno, e nell' altro caſo, la medeſima*. Poſciachè, nel primo ſuppoſto, non trovando la piena tanta reſiſtenza nell' acqua del recipiente, non ſono le di lei ſezioni inferiori tanto ritardate; e perciò l' acqua vi entra con maggiore velocità, e, per conſeguenza, con minore altezza di corpo; ma nel ſecondo caſo, eſſendo il recipiente colmo d' acqua, accreſce le reſiſtenze all' influente, il cui corpo è neceſſario, ſi alzi a proporzione della velocità maggiormente perduta, colla regola addotta nella propoſizione prima.

Ciò, che ſia per ſuccedere nel terzo caſo, addotto ſul principio di queſto capitolo; cioè, quando il fiume influente ha il fondo dello sbocco più baſſo della ſuperficie del recipiente, ma non quanto baſta per dar luogo a tutta l' acqua corrente per eſſo, è facile a dedurſi dal detto ſin' ora nell' eſame degli altri due caſi: e però, in queſto propoſito, ſi ponno proponere i ſeguenti corollarj.

Corollario Primo.

POichè apparisce assai chiaramente, che *la superficie dell' influente non si spianerà su quella del recipiente, ma sarà sostentata nelle parti superiori, e formerà allo sbocco un gonfiamento, inclinato alla parte dell' influsso*, che con tale caduta agirà contro le sponde, tentando di allargarle colla corrosione; il che non potendo succedere, come per esempio, se le sponde fossèro di sasso, conserverassi detto gonfiamento nello stato di prima; ma, allargandosi lo sbocco, anche la detta superficie, in proporzione, s'abbasserà.

Corollario II.

MA perchè intanto dee succedere il gonfiamento predetto, in quanto *la sezione dello sbocco* resta minore del bisogno; *scemerassi* ella, ed anco *toglierassi affatto, sì per la diminuzione dell' acqua del fiume influente; sì per l' alzamento della medesima nel recipiente*; perchè nell' uno, e nell' altro caso, la sezione resta in proporzione accresciuta; ed al contrario, *si manifesterà il gonfiamento, o coll' accrescersi dell' acqua nell' influente, o col calare nel recipiente*; il che anche succede in alcune cateratte delle minori, che si manifestano in fiume basso, e non sono osservabili nelle piene maggiori.

Corollario III.

IN fatti *detto gonfiamento è una specie di picciola cateratta*, che, secondo la diversità delle circostanze, ora farà una caduta libera, ora una corrente più veloce, ed alle volte, cioè, quando il fiume è grosso dalla parte di sotto, non farà effetto osservabile. *Di tal genere sono le mutazioni delle cadenti del fondo de' fiumi, da una minore inclinazione, ad una maggiore*; poichè nulla impedisce, che l' ultima sezione della cadente meno inclinata, non si consideri per uno sbocco della spezie predetta: *della stessa natura sono le angustie, che fanno i pilastri de' ponti alla sezione del fiume in quel sito*, sotto gli archi de' quali, per lo più, si vedono l' acque accrescere la forza del corso; poichè non si varia l'effetto, purchè l' acqua, o per l' alzamento del fondo, o per la strettezza delle sezioni, sia obbligata, ad elevarsi di corpo, e non possa mantenere l' altezza acquistata, nelle sezioni inferiori.

Corollario IV.

EGli è anco manifesto, *che l'acqua, la quale gonfia sopra la superficie del recipiente, può godere d'una velocità maggiore di quella del restante della sezione* medesima *allo sbocco*, attesa la mancanza delle resistenze a questa, e non all'altra; siccome è chiaro, chè *dirigendosi detta velocità verso il fondo, vi cagionerà qualche gorgo*: effetto assai frequente, non solo di questa, ma ancora di altre cause, negli sbocchi de' fiumi.

Corollario V.

QUindi pure apparisce la causa, per la quale, *sebbene ne' tempi de' grandi, o rigurgiti, o ristagni, si fanno delle deposizioni nel fondo degli alvei, o degli sbocchi de' fiumi: non crescono però esse mai tanto, da impedire lo spianamento delle superficie dell'acqua, l'una con l'altra*; poichè, se più crescessero, gonfierebbe il pelo dell'influente sopra quello del recipiente, e succederebbero, o gli effetti addotti al *corollario primo*; o pure di nuovo (il che sarebbe più facile) verrebbe, per la forza della corrente maggiore, ad escavarsi il fondo; e perciò si attemperano gli effetti, dimanierachè succeda tutta quella alluvione, ch'è possibile a farsi, senza che l'acqua, per soverchio ristringimento della sezione, possa gonfiare.

La direzione delle foci è una delle principali circostanze, necessarie da considerarsi in questa materia; posciachè da essa derivano, ora buoni, ora pessimi effetti. Quello, che s'accorda alle regole, o alla necessità della natura, si è, che —

Proposizione Quarta.

LE *foci de' fiumi influenti devono secondare, colla direzione dell'ultimo tronco del loro alveo, il filone del fiume recipiente.*

Sia AB il filone del fiume recipiente, e la direzione di esso da A in B; e supponiamo, che il fiume influente vi porti dentro le sue acque, secondo la linea DC perpendicolare alla AB. Perchè dunque i moti, secondo i principj della statica, tanto meno s'impediscono l'un l'altro, quanto minori sono gli angoli, che fanno le linee delle loro direzioni (dimanierachè non può esservi impedimento veruno, quando le linee predette sono paralelle, e ten- *Fig. 49.*

denti alla stessa parte) ne segue, che, incontrando AC la corrente DC ad angolo retto, s'impediranno vicendevolmente; e perciò la direzione DC non potrà ritenere la primiera linea; e sarà, per così dire, strascinata in DG, nello stesso tempo, che il filone GB sarà spinto dalla direzione DC, o DG, in GH, facendo l'angolo HGB maggiore, o minore, secondo la proporzione, che ha la velocità di AB a quella di DC; ond'è, ch'essendo tal proporzione assai grande, come, per lo più succede, per essere la velocità del fiume influente pochissima, a riguardo dell'impedimento del riflusso, o ristagno, e quella di AB in niun modo, o pochissimo alterata; necessariamente sarà l'angolo HGB insensibile, e tanto minore, quanto più acuto sarà l'angolo ACD, o AGD; incontrandosi adunque, che in DG vi sia ripa atta a patire corrosione, questa si farà dalla parte di DG, e rallentandosi il moto dell'acqua verso DC, ivi si farà l'alluvione, e lo sbocco si volterà tutto in DG. Ma perchè, sminuendosi l'angolo AGD, si sminuisce anco la forza, che fa la corrente AB contro la DG; e perchè ancora il terreno della ripa, bisogna pure, che abbia qualche resistenza all'essere corroso, (che supponiamo sia sempre la stessa) perciò, se la potenza di AG contro DG sarà tale da superare la resistenza della ripa; per necessità si farà nuova corrosione, fino in DF, ovvero in DEB; ed allora stabilirassi la situazione dello sbocco, quando per l'obbliquità della ripa DEB, la forza dell'aderenza delle parti del terreno, resterà tale da non cedere all'impressioni del filone AB, rese minori per l'acutezza dell'angolo ABE. E'adunque impossibile, che si mantenga la direzione dello sbocco in DC, ad angolo retto colla corrente del filone AB; e per conseguenza è necessario, che si porti in DEB, a seconda di AB. Il che &c.

Corollario Primo.

M*Olto maggiore sarà l'impressione della corrente AB contro la direzione DA, inclinata all'opposto di essa*; perchè non solo, essendo la direzione AB più valida della DA, *la sforzerà a rivoltarsi all'ingiù*; e per conseguenza a rodere la ripa; ma ancora, per lo contrasto della DA, *si faranno vortici potentissimi*, a rovinare le ripe, *e la corrente AB, operando contro l'angolo DAB* col continuo bat-

battervi, finalmente *lo spunterà, e rivolterà lo sbocco* v. g. in KC, facendosi l'alluvione dalla parte di KA.

Corollario II.

T*Utti i detti effetti succederanno con maggiore facilità, se il filone del fiume recipiente si stringerà contro la ripa, nella quale è aperto lo sbocco*; è più difficilmente, se batterà la parte opposta; ma in tutte le maniere la natura opererà sempre, per rivoltare, o presto, o tardi, lo sbocco a seconda del filone del recipiente.

Corollario III.

QUindi è manifesto, che, *se le sponde dell' ultimo tronco del fiume influente, non potranno essere corrose, ne meno si altererà la situazione dello sbocco*; ma, ciò non ostante, sempre maggiore sarà lo sforzo dell'acqua dalla parte del corso del recipiente.

Corollario IV.

S*E l'influente sarà molto veloce, ed il recipiente molto tardo, allora l'ingresso del primo potrà rivoltare il filone del secondo*; e perciò essendo l'influente pieno, ed il fiume recipiente scarso d'acqua, molto più si avanzerà il corso di quello nell'alveo di questo, che se l'uno, e l'altro fossero nelle massime piene; nel qual caso l'acqua dell'influente si manterrà, per lungo tratto, dalla parte della ripa, nella quale è tagliato lo sbocco, fintantochè i moti sregolati del fiume maggiore, particolarmente nelle curvità delle botte, confondano tutta l'acqua insieme: e ciò in fatti si osserva succedere, quando il fiume influente entra torbido in un recipiente, che porti acqua chiara, o al contrario.

Corollario V.

DA ciò si manifesta *l'errore di quelli, i quali pretendono, che gli sbocchi de' fiumi influenti, cagionino delle curvità, e delle botte nelle sponde opposte de' recipienti*; il che, quantunque sia vero, se l'influente porti del sasso, ed il recipiente no; appena può verificarsi, quando l'uno, e l'altro corrono in sabbia; essendosi dimostrato, che la velocità del filone del fiume maggiore, molte volte non ha sensibile proporzione con quella del fiume influente, allo sbocco.

Corollario VI.

SE però *ambidue fossero torrenti, e che venendo la piena dell' influente, non venisse quella dell' altro*; in tal caso *si potrebbe temere qualche cosa*; se però la larghezza dell' alveo del recipiente non fosse tale, che potesse ritardare la velocità dell' influsso; quindi è, che in casi simili, particolarmente *essendo le quantità dell' acqua, e le velocità eguali, quel fiume, che prima entra nell' alveo comune, mantiene il suo filone a dispetto della corrente di quello, che sopravviene*, abbenchè qualche poco alterato dalla primiera situazione.

Corollario VII.

GLi *sbocchi de' fiumi nel mare, sono pure obbligati a secondare le correntie di esso*, siano queste, o perpetue, o cagionate temporaneamente da' venti; quindi è, che i fiumi della Romagna, e del Ferrarese, rivoltano gli sbocchi a destra, perchè la correntia dell' Adriatico rade il lido dell' Italia partendosi da Venezia verso la terra di Bari; ed in altri luoghi i venti borascosi obbligano i fiumi, ad aprirsi nuove foci in luoghi coperti, o secondanti la furia di essi. Vero è, che le correntie del mare, se sono lente, non hanno gran forza per cagionare l' effetto predetto; ma pure, quando nulla vi osti, non lasciano di fare quello, che ponno.

Corollario VIII.

E Perchè *nelle foci de' fiumi influenti, per lo più, si fanno de' vortici*, e per conseguenza *de' gorghi*; *sono frequentemente gli sbocchi di detti fiumi, altrettante chiamate al filone del recipiente*, per ispingersi alla parte di essi; contrasta però sempre la forza dell' influente per ribatterlo, almeno tanto da insinuarsi colle sue acque tra 'l filone del recipiente, e la di lui sponda contigua, presso la quale, come si è detto di sopra, durano per qualche spazio a correre separate dalle altre; *e lo stesso si osserva anche negli sbocchi al mare*, quando qualche vento obbliga l' acque di questo, a prendere corso verso una parte determinata.

Dalla mala situazione degli sbocchi si vede chiaramente, che devono molte volte succedere effetti dannosi, i quali mettono in pericolo gli argini, ed alle volte cagionano delle inondazioni, il che dal volgo viene attribuito alla resistenza, che incontra il fiume influen-

fluente allo sbocco; e perciò meglio sarebbe, in tal caso, provvedere il fiume influente di una foce di buona direzione, che d' intraprendere, o ostinatamente di conservare la mala situazione dello sbocco, o di fare delle diversioni dispendiosissime, ed alle volte mal'intese. Tale è il fine della natura, nell' aprire, che fa molte foci ad un fiume solo; abbenchè rare volte si serva di tutte per iscarico dell'acque di esso, eleggendo, secondo le occasioni, quella, per la quale è più facile, e più spedito lo sfogo; e ciò principalmente si osserva a' lidi del mare, l'onde del quale, per causa de' venti, ora scorrono ad una parte, ora ad un'altra. Si dee però avvertire, che la mutazione degli sbocchi si faccia col minore allungamento di linea, che sia possibile, per non fare elevare di troppo il fondo del fiume, coll'allontanare la foce dal suo principio; essendo, come si è detto, il fondo dello sbocco, la base, su la quale s' appoggia la cadente di qualsisia fiume.

ANNOTAZIONI
AL CAPO OTTAVO.

ANNOTAZIONE I.

[*Alla proposizione 1. § Ma perchè*]

Si fa luogo al secondo caso, che in fatti è il più frequente, osservandosi, che i fiumi influenti si spianano sulla superficie de' recipienti, si elevano, e si abbassano di pelo con essi, e si mantengano il fondo tanto basso, che possa dar' esito alle loro massime piene sotto la superficie più bassa del recipiente.

Quello, che comunemente si osserva negli sbocchi de' fiumi capaci di corrosione, e già stabiliti, è, che il pelo dell' influente non fa una cascata sensibile per andarsi ad unire con quello del recipiente, eccettuandone al più il caso, che il primo fosse un torrente, al cui sbocco si fosse formato qualche ridosso assai alto, per accidentali deposizioni, ma nè pure un tale stato è durevole, mentre quando nell' influente sopravvenga qualche considerabil corpo d' acqua, si rode ogni posatura, e si toglie la cascata.

Che poi il pelo dell' influente si spiani sulla superficie del recipiente nel senso, che l' Autore intende, cioè, che le due superficie vadano a far' angolo per l' appunto nella sezione dello sbocco è difficilissimo accertarlo colle osservazioni, richiedendosi livellazioni troppo dilicate per determinare il punto del concorso di due piani, che comprendono ordinariamente fra loro un' angolo quasi insensibile. E quando di ciò si potesse essere ben sicuro in qualche stato dell' uno, e dell' altro fiume, non sarebbe certo, che lo stesso seguisse cangiandosi lo stato o dell' uno, o dell' altro, o per avventura d' amendue. In fatti dipendendo una tale costituzione delle due superficie da un' equilibrio, che segue nella sezione dello sbocco CB (*fig. 70*

tta-

tra la forza dell' influente RC, e la resistenza del recipiente CD, non è necessario, o forse non è possibile, che lo stesso equilibrio succeda nella stessa sezione, quando si cangiasse o l'altezza del recipiente CD, o il grado di piena dell' influente. Come se a cagion d'esempio crescesse in questo la quantità assoluta dell' acqua, potrebbe darsi, che il suo pelo rialzato da tal'escrescenza non si disponesse come in OC, ma come in OT, andando a concorrer col recipiente entro l'alveo di questo in T; e all' incontro se l' influente scemasse d'acqua potrebbe forse succedere, che il suo pelo abbassato non prendesse già la positura KC, ma un'altra come KF insinuandosi, e spandendosi il recipiente entro l'alveo dell'altro orizzontalmente fino ad incontrarlo in F; come vedremo nella annotazione 6.

Egli è ben vero, che quando l' influente trovandosi una volta in istato di massima escrescenza (in cui supporremo ora essere il suo pelo OT) abbia talmente allargato, e profondato il suo sbocco da dar' esito per la sezione di esso a tutta la quantità d'acqua, che porta, sotto il pelo del recipiente costituito nella sua maggior bassezza, la quale figuriamo essere all' orizzonte CD, allora sebbene riducendosi l' influente allo stato di sua magrezza potrebbe il recipiente DC insinuarsi entro di esso, e incontrarne la superficie abbassata in un punto superiore allo sbocco, come in F, nulladimeno restando il tratto del fiume nelle parti soggette al rigurgito come morto, e con poca velocità, rimarrebbe facilmente interrito dalle torbide, che il recipiente vi deponesse in qualche sua escrescenza, anzi da quelle, che vi lascerebbe l' influente nello stesso calare delle sue piene, onde, purchè passasse assai di tempo fra una, e un'altra di queste, e il recipiente si mantenesse nel medesimo orizzonte, ristrignendosi, o alzandosi il detto tratto del fondo come in PI, si alzerebbe ancora il pelo basso dell' influente KF, e si potrebbe ridurre in KC a convergere col pelo DC a un dipresso nella sezione dello sbocco. E sebbene sopraggiugnendo poi una piena massima dello stesso influente non potrebbe aver passaggio per la sezione diminuita CI, onde dovrebbe allo sbocco restar più alta d[...] punto C, nulladimeno ne pure tale sta[...] sarebbe durevole, attesochè quella forz[...] d'una massima piena, che una volta ha[...] potuto talmente allargare, e abbassare l[...] sbocco da cacciarsi tutta sotto la superfici[...] CD, non mancherebbe di far di nuovo l[...] stesso effetto, che con poco sforzo potreb[...]be ottenere, non potendo l' interrimen[...] PI (come quello, che sempre sarebbe sta[...]to sott'acqua) trovarsi assai saldo da re[...]sistere alla forza della fiumana corrente[...] nello sbocco in maggior' altezza dell' oriz[...]zonte DC.

Da ciò si deduce non potersi errare [...] molto supponendo, che quando il recipien[...]te è nella sua maggior bassezza DC la po[...]situra ordinaria del pelo dell' influente [...] alto come RC, o basso come KC nelle par[...]ti vicine allo sbocco sia quella d'andare [...] concorrere col pelo del primo nel punt[...] dello sbocco in C, potendosi ogni altra co[...]stituzione riguardare come accidentale, [...] non durevole. Ma non potrebbe già tal di[...]scorso applicarsi agli altri stati del reci[...]piente, e prender per supposto, che in [...] ogni altezza possibile del pelo di quest[...] l' influente andasse sempre ad unirsi con es[...]so nella sezione dello sbocco. Imperocch[...] gli stati d'altezza del recipiente non essen[...]do così durevoli, come quelli della sua [...] bassezza (che può dirsi lo stato ordinario [...] non potrebbero, che per mero accident[...] combinarsi per tal modo gl' interrimenti [...] e le escavazioni da mantenere sempre [...] capacità dello sbocco proporzionata a quelle quantità d'acqua, che di mano in [...] mano portasse l' influente; il che non ho [...] voluto tacere, avvegnacchè non sia del [...] tutto conforme a ciò, che l' Autore ha supposto in questo capo, prendendo per [...] regola quasi universale, che i peli di due [...] fiumi concorrano l'uno coll'altro nello [...] sbocco.

Il discorso finora fatto non si può totalmente applicare quando il recipiente fosse [...] il mare, non solo perchè in esso niuno stato d'acqua è durevole a cagione del perpetuo movimento di flusso, e riflusso, a cui egli è soggetto, ma eziandio, perchè ne' supposti, ne' quali si è parlato, non si è consi-

side-

siderata nel recipiente altra resistenza, che quella, che nasce dall'equilibrio delle sue acque, le quali perciò si vogliono supporre come stagnanti, e senza alcun moto, o almeno senza alcuna direzione, per cui siano spinte contro lo sbocco; laddove il mare nel flusso ha un principio di movimento, che lo porta verso la spiaggia. Quindi è, che il pelo degl'influenti ancorchè inclinati nelle parti vicine a' loro sbocchi in mare si trova spesse volte affatto orizzontale, e specialmente ove siano in magrezza rispetto alle loro proprie acque, insinuandosi entro di essi il mare nel flusso, e andando ad incontrarne la superficie dentro il loro alveo, come in F. Ove poi il recipiente, di cui si tratta, sia un' altro fiume, conviene avvertire, che lo stato di sua maggior bassezza non è il medesimo, quando l'influente, che dee sboccarvi, sia magro, e quando si trovi in escrescenza, dovendosi in questo secondo caso l'orizzonte della maggior bassezza del primo rialzar di tanto, quanto una piena dell' influente può rialzarlo. Tal diversità facilita sempre il concorso de' peli nella sezione dello sbocco, mentre diminuisce la sezione dello sbocco all' influente povero d'acqua, e l'aumenta a lui medesimo, se ne è abbondante.

Dalle cose finora dette si raccoglie (ciò che l'Autore ha avvertito nel § seguente) che ne' fiumi capaci di corrosione, e già stabiliti, cioè in quelli, che anno potuto una volta allargare, ed abbassare il loro sbocco fino a segno da dar passaggio a tutta l'acqua d'una loro massima piena sotto il pelo infimo del recipiente nella sezione del detto sbocco, la velocità, che anno in questa sezione, ancorchè il recipiente sia nella sua maggiore bassezza sempre è impedita, e minore di quella, che produrrebbe la discesa del fiume dalla sua origine o reale, o equivalente, e di quella eziandio, che produrrebbe l'altezza corrente della istessa sezione se fosse libera; e perciò è indispensabile, che essa sezione sia più capace delle altre, per le quali passa la stessa quantità d'acqua, e che sono esenti da tale impedimento; o sia poi, che tale capacità maggiore si sia acquistata in profondità, o in larghezza, o nell' una, e nell'altra dimensione. E lo stesso proporzionalmente si dee applicare alle altre sezioni superiori a quella dello sbocco, fino a quel segno ove risentono del detto impedimento (che è ciò, che si chiama rigurgito) e a misura, che ne risentono. Maggiore si fa poi l'impedimento predetto, ove il recipiente si alzi di superficie, e a maggior distanza se ne può estender l'effetto.

Si raccoglie in oltre, che quantunque l'alveo d'un fiume si supponga stabilito in ogni altra sua parte, tanto in declività, che in larghezza, tuttavia il suo sbocco, e il fondo vicino allo sbocco fino ad una certa distanza sempre mai è soggetto a qualche vicenda d'interrimento, e di escavazione, ma dentro certi limiti, nè può mai dirsi stabilito se non quanto si va librando fra' predetti limiti, secondo gli accidenti considerati nella presente annotazione.

ANNOTAZIONE II.

[Al § *Ne' fiumi adunque*]

I*L solo momento della pressione dell' acqua .... siccome non può spignere il rigurgito, che sin dove arriva l' orizzontale della superficie dello sbocco, così non può estendere maggiormente gli effetti dell' impedimento, che apporta all' influente.*

Questa asserzione pare così evidente, che non abbia bisogno di prova. Ne si dica, che quella sezione AB (*Fig.* 71) al cui fondo B arriva precisamente il livello della superficie del recipiente, essendo appoggiata alla sezione inferiore a lei contigua, e questa di mano in mano all' altra CD &c. più vicine allo sbocco EF, le quali tutte si alterano, e si rialzano per le resistenze, che incontrano, debba restare anch' essa sostenuta, e risentirsi di tal resistenza; imperocchè quando è fatto l'equilibrio delle forze dell' influente, e del recipiente, e il pelo del primo si è renduto permanente in AE, certo è, che per tutte le sezioni DC, EF &c. si scarica la medesima quantità d'acqua, che si affaccia ad AB; dunque non ha quella alcuna cagione, che l'obblighi ad arrestarsi, e ad

alzarsi. Ne fa caso, che la velocità delle dette sezioni, come DC, essendo minore di quella di AB possa farle contrasto, e trattenerla in collo, perchè in ricompensa della minor velocità succede la maggior ampiezza delle medesime, o sia per la loro maggiore profondità (come nella figura si è espresso) o per la maggior larghezza, che necessariamente debbono avere, se essendo meno veloci non sono più alte, e perciò l'acqua, che si presenta ad AB, resta nella sua libertà di scorrere spandendosi nella maggior capacità delle dette sezioni, comecchè entrata poscia in esse debba anch'ella rallentarsi di moto. Anzi l'esperienza dimostra, che ne pure l'effetto del rigurgito non si rende sensibile in tanta distanza, come si scorge nel Pò, il cui fondo non lungi dalla stellata essendo a un dipresso a livello del pelo basso del mare, ciò non ostante non soffre il pelo di quel fiume alcun minimo cangiamento non solo nelle cotidiane vicende del flusso ordinario, ma ne pure nelle maree, che talvolta si alzano allo sbocco da cinque piedi; e appena tali mutazioni si manifestano al Ponte di Lagoscuro situato da 10, o 11 miglia più verso gli sbocchi, come si rileva dalle osservazioni de' segni stabili fatte nella visita del 1721, il che mostra, che in pratica non solo nel punto B, ma ne pure per buon pezzo al disotto la resistenza del recipiente (almeno in un fiume di sì poca inclinazione, come è il Pò) non fa alcun notabile effetto.

ANNOTAZIONE III.

[Al § suddetto *Ne' fiumi adunque*]

O *Pure vi si aggiugne l'impeto acquistato per la caduta, o per qualche altra forza esterna &c.*

Un tal caso può succeder nel mare, quando spinge con violenza le sue onde entro lo sbocco d'un fiume, o pure in un fiume recipiente, che incontri l'influente con direzione opposta al corso di questo, o almeno inclinata ad angolo ottuso dalla parte superiore.

ANNOTAZIONE IV.

(Al § *Co' mezzi medesimi*)

P *Uò nascere il medesimo impeto dalla sola pressione, ma perchè l'impeto è accompagnato da una velocità attuale.... et il conato della pressione non è, che una velocità potenziale... ne segue, che l'impeto dell'acqua dell'influente prevalerà alla sola pressione &c.*

Non saprei figurarmi il caso, che l'impeto dell'acqua dell'influente nascesse dalla sola pressione, e ciò non ostante potesse prevalere alla resistenza del recipiente, se non quando il primo fosse orizzontale, e allo sbocco di esso si anco in superficie, e allo sbocco di esso si affacciasse ad un tratto l'acqua del recipiente, purchè con superficie alquanto più bassa di quella del detto fiume (o almeno più bassa di quella, la cui pressione spigne quella del fiume) perocchè in tal caso seguiterebbe tuttavia ad uscire dallo sbocco, se non tutta l'acqua, che prima per esso correva, almeno tutta quella quantità, che in tale stato vi potrebbe correre. Ma in tal caso parmi, che propriamente parlando la pressione del fiume influente prevaglia a quella del recipiente, non tanto per esser la prima congiunta con velocità attuale, laddove in questa è solamente potenziale (come l'Autore si esprime) quanto perchè la detta velocità attuale è maggiore di quella, che potrebbe produrre la pressione dell'acqua del recipiente; e in fatti se l'influente nel presentarsi al recipiente ne trovasse la superficie per l'appunto allo stesso livello si estinguerebbe ogni impeto, ed ogni velocità, rimanendo la direzione del moto indeterminata fra due forze eguali, ed opposte. Quando poi l'influente è qualche poco inclinato non si può pretendere in rigor matematico, che almeno la superficie di esso non abbia qualche poco d'impeto conceputo per la discesa.

ANNOTAZIONE V.

(Al § *Sia per maggior chiarezza*)

DOpo di avere considerata in generale la resistenza del recipiente all' influente si passa in questo luogo a dir qualche cosa di più particolare intorno alle proporzioni, e alle leggi di tal resistenza, cioè con qual regola si alterino le velocità de' fiumi per lo contrasto, che ricevono da' loro recipienti: materia certamente oscura, e di cui riconosce l' Autore medesimo le difficultà, nè so se queste possano per anco dirsi totalmente appianate da quelli, che dopo lui anno scritto. Stimò egli potersi rappresentare la proporzione delle resistenze nelle diverse profondità delle parti dell' acqua sotto la superficie del recipiente (quando questo sia stagnante, e privo d' ogni moto, o almeno senza alcuna direzione, che contrasti con quella dell' influente) colle applicate d' un triangolo per esser queste proporzionali alle dette profondità in ragione delle quali giudicò, che stassero le resistente, come vi stanno senza dubbio i pesi, o le pressioni, come egli spiega in questo luogo; ma quand' anco sussistesse tal proporzione, che altri non ammettono, non si potrebbe (come egli stesso avverte) rilevare da ciò alcuna misura degli effetti delle resistenze, essendo a tal fine necessario non pure sapere la proporzione di queste fra loro, ma anco colle forze dell' acqua del fiume, il che egli non ha determinato.

Il Sig. Marchese Poleni nel trattato *de motu aquæ mixto* volendo rappresentare con una linea curva le velocità delle diverse parti dell' acqua all' uscire dalla luce AB (*Fig.* 72) d' un vaso AD immerso in altr' acqua stagnante fino al livello GCE, considerò, che posta BA l' altezza B le velocità libere, cioè quelle della parte AC della luce dovevano terminare ad una parabola ACE descritta coll' asse AC col vertice A, ma le impedite, cioè quelle della parte BC dovevano esser tutte eguali a quella del punto C, e però terminare alla retta EF parallela a BC; perciocchè dal punto C in giù equilibrandosi la pressione dell' acqua entro il vaso colla resistenza dell' acqua esteriore GCE non rimaneva, che l' eccesso AC della pressione di quella del vaso, che potesse imprimere velocità a quella, che si affacciava alla parte impedita BC. Quindi il complesso delle velocità di tutta la luce AB veniva rappresentato per lo spazio parte parabolico, parte rettilineo AEFB. Ma perchè le sperienze mostravano, che da tutta la luce predetta AB usciva in un dato tempo alquanto meno d' acqua di quello, che un tal discorso avrebbe richiesto, (il che risultava dal confronto d' altre sperienze da lui fatte colla medesima luce, e sotto la medesima altezza AB senza l' impedimento dell' acqua esteriore GCE) prese per ipotesi, che la resistenza dell' acqua GCE facesse alterare eziandio le velocità libere fra A, e C, salva tuttavia la ragione dimezzata delle altezze; e perciò conchiuse doversi bensì esprimere le dette velocità libere per una parabola, ma di minor parametro di quella, che le esprimerebbe rimosso il detto impedimento, e doversi poscia le impedite rappresentare per un rettangolo fatto sulla medesima ordinata della detta nuova parabola, coll' altezza BC, e diede ancora alcune formole per trovar' a un dipresso la proporzione del detto parametro a quello della parabola ACE, che si prendesse per esprimer le velocità quando tutta la sezione AB fosse libera.

Ma il Padre Ab. Grandi nella proposizione 36 del libro 2 del movimento delle acque stima, che le resistenze dell' acqua di un recipiente stagnante, o considerata come stagnante, si debbano esprimer per quelle velocità, che essa è atta a produrre, e che in fatti si sforza di produrre nell' affacciarsegli l' acqua dell' influente col tentare d' insinuarsi entro il suo alveo, per modo, che il recipiente tanto di velocità distrugga in ciascuna parte dell' acqua, che entra in esso, quanto appunto sarebbe atto ad imprimergliene colla sua pressione; e però essendo le velocità, che egli potrebbe produrre in ragione dimezzata delle sue altezze, ne segue, che le resistenze si rappresentino anch' esse per una pa-

rabola, che abbia il vertice nella superficie del recipiente, e per asse l'altezza di essa sopra il fondo dello sbocco, la qual parabola dee avere il medesimo lato retto, che l'altra rappresentante le velocità (la quale ha il suo vertice nell'origine reale, o equivalente del fiume) acciocchè quando nell'una la discesa è eguale all'altezza dell'altra, le velocità prodotte siano fra loro eguali.

Finalmente il Sig. Pitot trattando di questo argomento nelle memorie dell'accademia reale delle scienze del 1740, benchè non si avanzi a determinare la scala delle resistenze stabilisce tuttavia in generale di quanto la velocità totale dell'influente debba scemare per lo contrasto del recipiente nella sezione dello sbocco. Egli trova dunque in primo luogo mediante una formola universale analitica la perdita di velocità, che farebbe un fiume BACD (*Fig.* 73) se nello sbocco AC incontrasse un'altro fiume MACP, la cui direzione LE fosse diametralmente opposta alla direzione del primo KE. Quindi riducendo il teorema al caso particolare, che la velocità del fiume MACP fosse nulla, trova, che il fiume BACD sempre dee perdere la metà di quella velocità, con cui si presentò allo sbocco AC, e con cui sarebbe sboccato se non avesse incontrato l'ostacolo del recipiente. Giova riferir quì la sua dimostrazione ristretta a questo caso particolare, e sviluppata dalle specie analitiche, affinchè s'intendano i fondamenti, sopra quali egli ha avanzata una tal regola. Parmi dunque, che si riduca al seguente discorso.

Intendasi addattato alla sezione dello sbocco un piano materiale AEC (come a dire una sottilissima lastra di vetro, o d'altro, che sia) al quale si affacci ad un tempo stesso da una parte l'acqua dell'influente con quella velocità, con cui essa giugne allo sbocco, e dall'altra si appoggi nella medesima altezza l'acqua del recipiente, priva tuttavia d'ogni moto. Certo è, che il piano AEC non potrà concepire per l'impulso di quella del fiume tutta quella velocità, di cui questo è dotato, come farebbe se non trovasse alcun contrasto. Per determinar dunque di quanto la velocità, che concepirà il piano, sia per mancare da quella del fiume, si consideri, che essendo il piano spinto da una forza col contrasto della resistenza di quel fluido, che dee traversare, è necessario, che egli venga da queste due cagioni determinato ad un tal grado di velocità, posto il quale l'azione della forza, e la reazione della resistenza fra loro si equilibrino, altrimente prevalendo la forza, il piano concepirebbe velocità maggiore, e minore prevalendo la resistenza. La velocità dunque, che dovrà prendere il piano allo sboccare del fiume dal suo alveo, sarà quella, che è necessaria, affinchè la resistenza, che gli farà l'acqua del recipiente, la qual resistenza è variabile dipendentemente dalla stessa velocità del piano, uguagli la forza, che avrà il fiume a spigner il piano, la qual forza è anch'essa variabile dipendentemente dalla detta velocità, mentre consiste nell'eccesso della velocità del fiume sopra quella del piano, giacchè con questo solo eccesso (che è la velocità rispettiva del fiume) farà forza il fiume contro il piano per moverlo, restando senza alcun'effetto in ordine a tal moto quella parte di velocità, che è comune al piano, ed al fiume. Ora la resistenza dell'acqua stagnante, che risponde a qualsivoglia velocità d'un mobile entro di essa, è uguale alla forza, con cui l'acqua spignerebbe lo stesso mobile, se stando egli fermo essa si movesse contro di lui colla medesima velocità, e questa forza si esprime per lo quadrato del detto eccesso; dunque il piano dee concepir tal velocità, che il quadrato di essa sia eguale al quadrato dell'eccesso della velocità del fiume sopra lei medesima, e però è necessario, che la velocità del piano sia eguale a tal'eccesso, o quel, che è il medesimo, che la velocità del piano sia la metà di quella del fiume. Dunque finalmente (conchiude il Sig. Pitot) o vi sia il piano materiale AEC, o non vi sia, dovrà l'ultima superficie, o falda dell'acqua del fiume in quell'istante, che esce dall'alveo, e sbocca nel recipiente, ridursi alla metà di quella velocità, con cui vi farebbe sboccato, se non avesse incontrato l'ostacolo di esso al suo sbocco.

In

In questa ingegnosa dimostrazione pare, che l' Autore consideri quella sola resistenza, che fa l' acqua del recipiente all' esser divisa, e traversata dal corso del fiume influente per quella forza comune a tutte le parti della materia, e che chiamano d' *inerzia*, la quale resistenza appunto ne' fluidi è proporzionale al quadrato delle velocità del corpo, che entro di essi si dee movere, ed è la medesima per qualunque direzione, e in qualunque profondità debba seguire il moto, variandosi solo al variarsi delle velocità; laddove nelle altre ipotesi addotte di sopra pare, che sia stata considerata quella sola resistenza, che il recipiente fa col suo peso all' ingresso dell' influente, la quale è varia a diverse profondità, e si esercita contro lo sbocco per direzione orizzontale, senza aver' alcuna dipendenza dalla velocità dell' influente. Converrebbe forse aver riguardo all' una, ed all' altra di queste due cagioni di resistenza per dedurne la vera regola, e la scala delle resistenze totali del recipiente, del che qualche cosa diremo nell' annotazione seguente.

Tralascio ancora di ponderare se nel surrogare, che si fa al piano materiale ALC l'ultima superficie dell'acqua, che arriva allo sbocco rimanga alcuno scrupolo. Solamente osservo, che supposta la verità del teorema, e figurando, che si tratti d' un fiume PQ (Fig. 74) il quale liberamente scorra senza alcuno impedimento dalla sua origine P allo sbocco Q, resta dimostrato, che quella velocità, a cui egli si ridurrà allo sbocco, sarà eguale a quella, che ebbe in R a un quarto della sua discesa dopo l' origine (per esser le velocità in tal supposto, come le radici quadrate delle discese) ma non è già dimostrato, che tutte le sezioni da un quarto della discesa in giù si debbano ritardare, e ridurre alla stessa velocità, a cui si riduce la sezione dello sbocco, potendo darsi, che le più lontane seguitino tuttavia ad accelerarsi almeno fino a quella sezione GF, al cui fondo G arriva l' orizzonte del recipiente HX, come si è detto nell' annotazione 2. E però supposte le sezioni di figura rettangola, e di larghezza uniforme, e supposto, che per l' alzamento, che dee seguir' allo sbocco non si aumentasse la velocità, dovrebbe bensì la sezione QX alzarsi fino in QZ doppia della stessa QX, ed eguale ad RY, che è situata a un quarto della discesa, ma le sezioni di mezzo VT, FG potrebbero ciò non ostante rimaner tutte meno alte delle estreme RY, QZ, senza che però alcuna fosse la metà meno. Quindi è forse, che il Sig. Fontanelle riferendo questo passo del Sig. Pitot nell' istoria dell' Accademia del detto anno 1730 si è contentato di dire, che da RY in giù non dovrebbe correre fra le sezioni del fiume, che poca differenza di velocità, nè di altezza.

Per altro ne' fiumi naturali capaci di corrosione, secondo le cose dette, non si potrebbe mantenere l' eccesso d' altezza XZ sopra il pelo del recipiente (almeno ove questo durasse lungo tempo nella positura HX, come succede nelle sue maggiori bassezze) ma rendendosi lo sbocco o più largo, o più cupo, si torrebbe la cascata XZ, e tutto il fiume anco nelle sue piene si farebbe passaggio sotto il pelo XH in quella profondità XS, che a ciò fosse necessaria.

Da ciò parrebbe, che si potesse inferire, che quando un fiume porta il suo pelo permanente XY ad unirsi nello sbocco col pelo del recipiente HX in X, la metà dell' altezza SX (la quale si supponga essere MS) fosse quell' altezza, con cui il fiume in quella tal portata d' acqua sarebbe arrivato allo sbocco, se non avesse avuto il contrasto del recipiente; poichè dovendo secondo il teorema la velocità dello sbocco impedito essere la metà di quella dello sbocco libero, dovrà all' incontro l' altezza nello sbocco libero SM essere la metà della SX, che è quella dello sbocco impedito, purchè la sezione dello sbocco sia un rettangolo. Ma un tal discorso non reggerebbe, imperocchè il fiume non si sostiene all' altezza SX per quel solo impedimento, che avrebbe potuto fargli il recipiente, se si fosse presentato ad esso in quell' altezza, che richiedeva la sua velocità libera, ma per tutto quel contrasto di più, che il recipiente gli ha fatto fino, a che l' influente si sia stabilito, et equilibrato con esso, il che si suppone esser segui-

guito nella detta altezza SX, appunto come se l' influente correndo libero avesse trovato il recipiente all' orizzonte della sua altezza nello sbocco, e poi nell' alzarsi, che ha dovuto fare per la velocità formata, si fosse ad un tempo stesso andato alzando anco il recipiente fino, a che si fossero equilibrati.

Si sono dovute riferire queste varie ipotesi intorno alle resistenze, che soffrono i fiumi da' recipienti nel loro sbocco, affinchè ciascuno possa scegliere quella, che stima più ragionevole, o forse surrogarne ad esse alcun' altra, quando in niuna di esse restasse interamente soddisfatto, dovendo tale scelta a mio credere dipendere più, che da altro dalle esperienze.

ANNOTAZIONE VI.

(Al § *Non è dunque possibile*)

N*On vi ha dubbio però, che se l' acqua del fiume recipiente crescerà, restando invariata quella dell' influente non possono crescere i conati della prima tanto da pareggiare, o superare la velocità della seconda.*

La diversità delle ipotesi tanto delle velocità de' fiumi, quanto delle resistenze, che soffrono da' recipienti negli sbocchi, e il non aversi positiva certezza, che alcuna di esse sia veramente conforme alla natura, rende estremamente difficile, e talvolta impossibile il ridurre a regola, e a misura gli effetti, de' quali quì si tratta in qualsivoglia stato o sia dell' influente, o del recipiente.

Il metodo con cui si dovrebbe procedere in tal ricerca parmi, che sia quello, che ci ha indicato il P. Ab. Grandi nella proposizione 36 del libro 2 avendolo addattato a quelle ipotesi delle velocità, e delle resistenze, che egli seguita. Suppone egli, che il fiume si vada tuttavia accelerando nella sua discesa, onde le sue velocità libere nella sezione dello sbocco si rappresentino (*Fig.* 75) per un segmento della parabola OH, il cui vertice O sia nell' orizzonte dato OL dell' origine reale, o equivalente del fiume. Data dunque (o calcolata per mezzo di altri dati) l' altezza MB, sotto cui egli giugnerebbe allo sbocco in quella portata d' acqua, in cui si ritrova senza l' impedimento del rigurgito, e dato l' orizzonte del recipiente AT (il quale, quando il recipiente sia un' altro fiume, si dee intendere alzato di tanto, quanto l' influente può farlo alzare in tale stato) vuole, che si descriva la curva delle resistenze, che egli suppone essere un' altra parabola AS del medesimo parametro della prima, e col vertice nella superficie del recipiente allo sbocco A. Indi condotte le ordinate MR, AF alla parabola OH, lo spazio MRHB rappresenterà il complesso delle velocità libere dell' influente nello sbocco, e per conseguenza esprimerà la quantità dell' acqua, che si dee scaricare per lo sbocco, e per qualsivoglia altra sezione del fiume; e parimente lo spazio AFHB rappresenterà la quantità dell' acqua, che colla medesima scala delle velocità libere passerebbe per lo sbocco sotto tutta l' altezza AB; ma detrattene le resistenze espresse per la parabola ASB, rimarrà lo spazio AFHS, che esprimerà ciò, che resterebbe di vivo alle velocità della scala AFHB, e per conseguenza mostrerà la quantità d' acqua, che si scaricherebbe sotto l' altezza AB colle velocità impedite dal rigurgito. Se dunque lo spazio AFHS sarà eguale allo spazio MRHB, passerà sotto l' altezza AB, non ostante l' impedimento del rigurgito, tutta per l' appunto l' acqua, che porta il fiume, e però il pelo di esso si alzerà fino in A, come in PA, e concorrerà nello sbocco coll' orizzonte del recipiente TA. Ma se AFHS fosse minore di MRBH farebbe d' uopo, che l' influente si alzasse nello sbocco sopra di A, come in Y talmente, che ordinando YI lo spazio AYIHS uguagliasse il dato MRHB, andando poscia il suo pelo ad incontrar quello del recipiente dentro l' alveo di questo; e al contrario ove AFHS fosse maggiore del predetto spazio dato, l' influente prima di giugnere allo sbocco si seppellirebbe sotto l' orizzonte del recipiente predotto entro l' alveo del primo, e andrebbe poi a passare per la sezione dello sbocco di sotto da A, come in X, cosicchè ordinando XGC lo spazio GCHS fosse eguale al dato,

onde nell'uno, e nell'altro caso sarebbero determinabili i punti Y, X. Anzi applicando la medesima costruzione alle altre sezioni superiori a quella dello sbocco, e che risentono qualche effetto di rigurgito (le quali avranno i vertici delle parabole esprimenti in esse le velocità libere nel medesimo orizzonte OL) si ponno trovare quanti altri punti si vogliono del pelo dell' influente sostenuto dal rigurgito, e determinarne la positura PA, ovvero VY, o pure DX secondo i tre casi predetti, o rettilinea, o curvilinea, che ella sia, e con ciò avere ancora, almeno per approssimazione nel secondo, e nel terzo caso il punto del concorso delle superficie de' due fiumi coll' orizzonte TA. Conviene però avvertire, che se questo orizzonte AT fosse più alto del punto O il recipiente dovrebbe correre all' insù per l' alveo dell' influente, caso, che può succedere facilmente in queste ipotesi, ove l' origine equivalente L non sia molto alta.

Ritenendo l' istessa supposizione intorno alle velocità libere dell' influente, cioè supponendole di nuovo terminate (*Fig.75*) alla parabola OH col vertice O nell' orizzonte OL dell' origine del fiume o reale, o equivalente, e la quantità d' acqua, che per esso scorre espressa dallo spazio MRHB della detta parabola, se si supponesse secondo l' ipotesi del Sig. Pitot doversi dal contrasto del recipiente non solo diminuire per metà la velocità totale dell' influente, come egli vuole, ma scemare parimente (come è verisimile in tal supposto) della metà ciascuna delle velocità parziali delle diverse parti dell'acqua nelle sue diverse profondità; la scala delle resistenze sarebbe di nuovo un'arco di parabola GQ compreso fra le ordinate AF, BH, il cui vertice O sarebbe il medesimo, che quello della parabola OH, ma il parametro suo quadruplo di questa, che così le velocità AF, BH &c. rimarrebbero per l'appunto ridotte dalla resistenza del recipiente alla loro metà AG, BQ &c. In tal supposizione dunque se lo spazio GFHQ, il quale esprimerebbe la quantità d' acqua, che non ostante l' impedimento del rigurgito potrebbe passare per la sezione AB, si trovasse eguale allo spazio MRHB esprimente la quantità d' acqua dell' influente, si alzerebbe questo fino in A, come nel primo dei tre casi poc' anzi distinti, ma se GFHQ fosse minore di MRHB, si farebbe luogo a ciò, che si è detto nel secondo caso, e se maggiore nel terzo; e l' istesso discorso avrebbe luogo se la scala delle resistenze GQ fosse qualsivoglia altra curva, ritenuta sempre per la scala delle velocità la parabola OH.

Si supponga ora, che le velocità libere dell' influente in vece di terminare alla parabola OH, che ha il vertice in un punto fisso O, terminino ad un'altra parabola, il cui vertice si debba trovar sempre nella superficie dell' acqua dell' influente, o almeno a pochissima altezza sopra di essa, e per conseguente vada alzandosi, o abbassandosi a misura, che essa si alza, o si abbassa, come richiedono le ipotesi del nostro Autore, volendo egli, che ne' fiumi dopo scorso qualche tratto dalla loro origine si spenga affatto la velocità della discesa (fuorchè nella superficie, o vicino ad essa, dove qualche poco ne rimanga, senza aumentarsi però di vantaggio nel proseguimento della discesa per lo meno, finchè dura l' istessa pendenza) onde la loro velocità libera dipende quasi del tutto dall' altezza viva, sotto cui corrono nelle loro sezioni. In tali supposti sia (*Fig.77*) BM l' altezza con cui passerebbe l' acqua del fiume per la sezione dello sbocco senza il rigurgito (la qual' altezza si può prendere in queste ipotesi, come eguale a quella delle sezioni superiori egualmente larghe, e non soggette a rigurgito) e la quantità dell' acqua sia rappresentata dalla parabola MBH, che abbia il vertice M nella superficie M, o in qualche piccola altezza sopra di essa. Sia l' orizzonte del recipiente AT, e ritenendo l' ipotesi delle resistenze del Padre Ab. Grandi descrivasi col vertice A la parabola AS, il cui lato retto sia il medesimo, che quello della parabola MH. E' manifesto, che volendosi considerare, come affatto nulla la velocità della superficie, che avrà l' influente rialzato dal rigurgito, onde la parabola delle velocità libere (la quale dee avere lo stesso parametro colle due MH, AS) abbia il vertice nella stessa superficie

dell' influente, non potrà tal superficie stabilirsi nel punto A, ne di sotto al punto A, perciocchè passando per A coinciderebbe colla parabola delle resistenze AS, onde per la sezione AB niente affatto di acqua potrebbe aver' esito, e molto meno passando di sotto ad A dove prevalerebbero le resistenze alle velocità, onde dovrà per necessità il pelo dell' influente alzarsi di sopra al punto A, come in N a talealtezza, che descritta col detto lato retto la parabola NL lo spazio ANLS agguagliasse lo spazio dato MHB, e però in questa combinazione d' ipotesi sempre converrebbe, che l' influente si alzasse allo sbocco più del recipiente, a qualunque altezza si trovasse quest' ultimo, e qualunque fosse la portata d' acqua del primo. Che se la velocità della superficie dell' influente dopo l' alzamento, che dee seguirne, non si volesse riguardare, come totalmente nulla (e tale certamente non può essere in rigor matematico, ove essa sia pur qualche poco inclinata) allora potrebbe bensì il pelo dell' influente stabilirsi ora nel punto dello sbocco A, ora sopra, ed ora eziandio qualche poco sotto di esso, ma sarebbe impossibile il determinare il punto preciso, se non si sapesse quanta velocità converrebbe alla superficie di quel fiume in qualsivoglia suo possibile alzamento, per potere da tal velocità nota dedurre (se pur questo ancora fosse possibile) la altezza del vertice della parabola sopra la superficie rialzata, e con ciò cercar poscia quella posizione di superficie, sopra cui prendendo la dovuta altezza per aver' il vertice, e descrivendo la parabola, lo spazio compreso fra essa, e la parabola delle resistenze AS terminato di sotto all' ordinata del fondo, e di sopra a quella della superficie dell' influente uguagliasse il detto spazio MHB esprimente la quantità dell' acqua del fiume. Ma tal notizia, cioè quanta fosse per essere la velocità della superficie in ogni possibil rialzamento del fiume nella ipotesi dell' Autore non si può avere per alcuna regola, non potendosi qui ricorrere alla maggiore, o minor discesa, che secondo lui niente opera in tali casi. Anzi se ben si considera tal velocità dipendendo ne' suoi supposti in qualche parte della maggiore, o minore inclinazione della superficie, di cui si tratta, la cognizione di quella richiederebbe, che si sapesse quanto la detta superficie dovesse inclinarsi in qualsivoglia possibile rialzamento del pelo sostenuto dal rigurgito, onde mancano troppi dati per conchiudere quel che si cerca in tale ipotesi. L' istesso si troverebbe combinando l' ipotesi delle velocità del Sig. Guglielmini, con quella delle resistenze del Sig. Pitot, sopra che non mi tratterrò più a lungo, potendosi da ciò, che si è detto intendere quello, che seguendo sempre il metodo del P. Grandi, si debba fare, e quello, che sia per risultare in ciascuna combinazione di ipotesi di velocità, e di resistenze.

Intorno a queste ipotesi non lascerò per ultimo di soggiugnere, che attese le due sorte di resistenza, che si ponno considerare nel recipiente, secondo le cose da noi accennate nella annotazione precedente al § *In questa* non sarebbe forse irragionevole lo spiegare l' effetto totale del rigurgito nel modo seguente. Sia OL (*Fig.* 78) la parabola delle velocità libere del fiume nella sezione dello sbocco AB, il vertice della quale sia nel punto dato O della perpendicolare AB. Sia il pelo del recipiente all' orizzonte AT, che tagli la detta perpendicolare in A, e per A si tiri l' applicata AC, che esprimerà la velocità libera, che compete al punto A della detta sezione. Condotta per C la retta CK parallela ad AB, pare, che le velocità di ciascun punto di sotto ad A fino in B, come del punto D in virtù del semplice peso, o della pressione del recipiente dovessero rendersi eguali ad AC riducendosi a DE, BK &c., e terminarsi alla retta CK parallela ad AB (che è l' ipotesi del Sig. Marchese Poleni accennata nella antecedente annotazione) onde per questo solo capo verrebbero a detrarsi dalle velocità libere le porzioni EF, KL &c. terminanti alla parabola CL, e lo spazio CKL sarebbe la scala delle resistenze. E se tirando OQ perpendicolare ad AB, e prendendo OQ eguale ad AC, col vertice Q si descrivesse per A la parabola QAI, il cui asse fosse parallelo ad AB, è fa-

à facile il mostrare, che questa avrebbe lo stesso parametro, che la parabola OL, e che lo spazio AIB compreso da essa, e dalla perpendicolare AB fino all'ordinata del fondo BI sarebbe eguale allo spazio CKL, e ciascuna delle rette DG terminate all'arco AI eguale alla sua corrispondente EF terminata all'arco CL; onde lo spazio AIB sarebbe anch'egli la scala delle resistenze dipendenti da questa sola prima cagione, e le rette AC, GF, IL, tutte eguali fra loro, esprimerebbero le velocità, che resterebbero vive, detrattene le dette resistenze, onde si potrebbe figurare, che ciascuna linea d'acqua, che si presentasse allo sbocco, come in D in vece della velocità libera DF non avesse, che la GF, restando estinta dal peso, o sia dalla pressione del recipiente la parte DG. Ma perchè si dee aver riguardo all'altra cagione di resistenza considerata dal Sig. Pitot, cioè alla difficultà, che incontrerebbe l'influente nel dividere, e traversare il mezzo fluido del recipiente, e per questo solo capo si suppone secondo il suo teorema, che la velocità di ciascuna linea d'acqua si riduca alla sua metà, però detraendo dalle velocità residue AC, GF, IL tutte eguali fra loro la metà di ciascuna AM, GP, IH, la curva HPM esprimerebbe colle sue applicate AM, DP, BH, le resistenze totali risultanti da amendue le accennate cagioni; e i residui MC, PF, HL, che sono parimente eguali fra loro, mostrerebbero, ciò che resterebbe di vivo alle velocità; ed è facile il vedere, che la detta curva HPM sarebbe un'altra parabola coll'asse parallelo ad AB, e col vertice V situato nella retta OQ in distanza eguale fra O, e Q.

Che se in vece di esprimer le resistenze dipendenti dalla prima delle dette due cagioni con lo spazio ABI d'una parabola col vertice in Q si stimasse doverle esprimere alla maniera del P. Grandi, cosicchè ABI fosse una parabola col vertice in A, e sempre dello stesso parametro delle altre, allora i residui AC, IL non sarebbero eguali, e la linea delle resistenze totali HM, che le dividerebbe per metà sarebbe un'altra curva di natura più composta.

Quando dunque fosse nota l'altezza BS, sotto cui il fiume correrebbe allo sbocco colle velocità libere della parabola OL, e per conseguenza noto lo spazio SRLB rappresentante la quantità d'acqua del fiume, descritta la curva delle resistenze totali HM nell'una, o nell'altra delle due maniere predette se lo spazio MCLH terminato al di sopra dell'ordinata AC, che passa per la superficie del recipiente fosse eguale allo spazio SRLB, allora il pelo dell'influente dovrebbe alzarsi per l'appunto fino in A, e quando no, dovrebbe arrestarsi o sopra, o sotto il punto A, come si è spiegato nel considerare le altre ipotesi.

Volendosi però combinar queste ipotesi delle resistenze con quella delle velocità del nostro Autore tornerebbero ad aver luogo le considerazioni fatte di sopra, cioè, che se la velocità della superficie si supponesse affatto nulla, onde il vertice variabile della parabola dovesse sempre trovarsi nella superficie del fiume influente, non potrebbe giammai il pelo di questo stabilirsi ne in A, ne di sotto al punto A, ma necessariamente dovrebbe nello sbocco passare sopra quello del recipiente; e se la detta velocità della superficie non fosse affatto nulla, potrebbe bensì allora il pelo influente stabilirsi o in A, o sopra di A, o qualche poco di sotto, ma non ne sarebbe determinabile la positura per mancanza dei dati necessarj, come si à spiegato poc'anzi in questa medesima annotazione.

Questo è ciò, che ho stimato dover'accennare intorno alla difficil materia dei rigurgiti, di cui tratta in questo luogo l'Autore, e che non ho voluto tacere, benchè le conseguenze, che ne risultano non siano in ogni parte uniformi a' suoi insegnamenti.

ANNOTAZIONE VII.

(Al *corollario 4 della proposizione 2*)

E Perciò dal punto, nel quale i fiumi sono alterati dalle agitazioni, o rifagni del mare, il fondo degli alvei si rende meno declive, e la declività va sempre fcemando quanto più s'accosta alla foce &c.

Per più piena spiegazione di ciò, che quì si asserisce, si dee avvertire, che lo stabilimento di tutto l'alveo superiore del fiume dipendendo da quello dello sbocco, si dee intendere, che il primo sia succeduto in seguito del secondo, e non già, che dopo stabilito il letto superiore la parte più vicina allo sbocco si sia ridotta a quelle declività delle quali quì si parla, e che sono effetto del flusso, e riflusso del mare. Fingiamo dunque (*Fig. 79.*) che il punto A della spiaggia sia quello, in cui debba sboccare un fiume, che nuovamente s'incammini ristretto fra argini fino al detto punto, e poniamo, che la sua larghezza (che supporremo uniforme) non si possa accrescere a cagione della resistenza delle sponde all'allargamento, ma che per altro la profondità possa aumentarsi, essendo il fondo capace di corrosione; e sia BA quella positura del letto del fiume sopra cui potrebbe smaltir le sue materie senza interrimento, ne profondamento, se egli dovesse proseguire il suo viaggio oltre il punto A. Incontrando dunque in A la superficie del mare, il cui pelo basso sia AT, non potrà per le cose dette mantenersi il fondo dello sbocco in A, ma dovrà seppellirsi come in C, tanto che le maggiori piene del fiume possano aver'esito sotto il pelo AT per la sezione AC, e il pelo di esse concorra con TA nel punto A, e con ciò sarà necessario, che si abbassi eziandio l'alveo AB. Non dovrà tuttavia quest'alveo nell'abbassarsi serbare nelle parti vicine allo sbocco la primiera inclinazione con ridursi alla positura CD parallela ad AB, come per altro sarebbe, se le vicende del flusso, e riflusso non concorressero ad alterarlo per le ragioni, che quì adduce l'Autore; ma per tutto quel tratto, a cui si potrà avanzare l'effetto di tale reciproca agitazione, dovrà farsi meno declive, in maniera che la declività di mano in mano sia minore a misura della maggior vicinanza al punto C, prendendo la positura concava CE, e dal punto E in sù (al qual punto parmi verisimile, che sia per giugnere almeno l'orizzonte della marea bassa TA) si disporrà poscia nella positura EF, parallela ad AB, che dovrà esser tangente della curva EC nel punto E. Che se oltre l'abbassarsi del fondo potesse ancora, come d'ordinario accade, dilatarsi l'alveo, il profondamento AC non si richiederebbe sì grande; e potrebbe anco in tal caso succedere ciò, che l'Autore mostrò nel corollario 3, e 4 della proposizione 3 del capo 5, cioè, che il fondo rimanesse più alto nelle parti più vicine all'esito, che nelle più lontane, riascendendo l'acqua per un piano acclive, come appunto succede nel Pò, che presso gli sbocchi moltiplicando i rami si allarga a più doppj. Colla concavità del fondo va congiunta in questo fiume anche quella del pelo basso, ma ciò non succede nel pelo delle piene, che al contrario è più inclinato in quel tratto; ma tali inclinazioni de' peli, e de' fondi sono varie in diversi fiumi secondo le diverse combinazioni delle profondità colle larghezze.

Questo discorso si addatta propriamente a' fiumi perenni, ne' quali la forza della loro acqua si unisce con quella del riflusso a mantenere la concavità EC, ma si può anco in qualche maniera applicare a' torrenti, benchè in questi l'effetto non debba essere sì grande, ne estendersi a tanto spazio, specialmente ove esigano molta pendenza.

Per quello, che riguarda lo sbocco d'un fiume in un'altro fiume, dove non anno luogo le vicende del flusso, o riflusso, parmi, che quando l'influente non potesse allargarsi, ma dovesse farsi passaggio sotto il recipiente solo a forza di profondarsi, il fondo in vece di divenir meno declive presso lo sbocco dovesse farsi più ripido, e forse convesso colla convessità rivolta allo insù, ma tal declività si torrebbe, o si diminuirebbe in gran parte per le posature, che succederebbero nel lo stesso calare dell'influente, come si è detto nell'annotazione prima.

ANNOTAZIONE VIII.

(Alla proposizione seconda)

L*A cadente del pelo d' acqua del fiume influente, non variandosi la superficie del mare, tende sempre al termine medesimo, e però è necessario, che ella sia più inclinata verso le sbocco in tempo di piena, che in acqua bassa.*

Nell' annotazione prima, e nella sesta si è veduto, che non può essere universalmente vero, che la cadente del pelo del fiume tenda sempre al medesimo punto, quando si supponga invariato il recipiente, ma che ciò ha solamente luogo per l' ordinario ove questo sia nello stato di sua maggior bassezza, e può averlo solo per accidente in altri stati, e però non si può prender per fondamento a dimostrare universalmente, che la detta cadente sia più inclinata in tempo di piena, che in acqua bassa dell' influente. Ciò non ostante si può provare tal' asserzione in altra maniera. Sia dunque (Fig. 80) la superficie dell' influente fuori di piena AB, e siano due sezioni di esso, una BF soggetta al rigurgito, la quale incontri in G l' orizzonte CD del recipiente, l' altra HA libera, cioè superiore al detto orizzonte. Pongasi primieramente, che le dette sezioni sieno egualmente larghe, onde per le cose dette nell' annotazione prima BF sarà necessariamente più profonda di AH. Sia nella sezione libera la parabola AIH quella, che esprime il complesso delle velocità, cioè a dire la quantità d' acqua del fiume, il cui vertice (per non partirmi dalla ipotesi dell' Autore, che stima potersi ordinariamente trascurare la velocità della superficie) supporremo essere nella stessa superficie in A. Intendasi descritta col medesimo parametro la parabola BFK, anch' essa col vertice B nella superficie della sezione impedita BF. Sia finalmente GL la curva, che esprime le resistenze del recipiente nella sezione BF. Esprimendosi dunque per BFK le velocità, colle quali l' acqua passerebbe per BF, se questa sezione fosse libera, e per la curva GFL, le resistenze, che incontra, lo spazio BKLG esprimerà, ciò che resta di vivo alle velocità, cioè a dire la quantità dell' acqua, che realmente passa per BF, onde il detto spazio sarà eguale alla parabola AHI. Sopravvenga ora al fiume un' escrescenza, che nella sezione HA ne alzi il pelo fino in M, e descrivasi con lo stesso parametro la parabola HMR, la quale nelle dette ipotesi esprimerà le velocità, e la quantità d' acqua del fiume nel nuovo stato, onde lo spazio MAIR sarà l' accrescimento dell' acqua. Si prenda nella FB prolungata al disopra la porzione BO eguale ad AM, e descrivasi col vertice O sempre col medesimo parametro la parabola OFP. E perchè, come già si è veduto, da tutti non si conviene nelle ipotesi delle resistenze, supponiamole in primo luogo indipendenti dalle velocità, ma solo variabili secondo le altezze del recipiente, come le suppone il Padre Abate Grandi, onde la curva delle resistenze nel nuovo stato del fiume dovrà tuttavia essere la stessa GFL. Essendo dunque lo spazio OBKP maggiore dello spazio MAIR (come si fa manifesto prendendo ON eguale ad MH, e ordinando NXT, che taglierebbe lo spazio OBXT eguale senza dubbio allo spazio MAIR) ed essendosi mostrato BKLG eguale ad AHI, sarà la somma OGLP maggiore di MHR. Ma lo spazio OGLP esprime il complesso delle velocità vive, cioè la quantità dell' acqua, che passerebbe per FO se la piena si alzasse fino in O, la qual quantità dee essere eguale ad MHR, e non maggiore di essa; dunque l' altezza BO, che si è fatta eguale ad AM è soverchia per ismaltire l' acqua della piena, e però il pelo di essa dovrà restare più basso di O, disponendosi come in MS coll' alzamento BS minore di AM, e con inclinazione maggiore di quella del pelo basso AB.

Nelle altre ipotesi delle resistenze, cioè facendole variabili con qualche rapporto alle velocità sussisterebbe ancora la medesima asserzione, ma la dimostrazione sarebbe più difficile, e troppo in lungo ci condurrebbe applicarla a ciascuna ipotesi. Il fondamento però in tutti i casi sarebbe il medesimo, cioè, che nella sezione impedita le resistenze nello stato di escre-

fcemza fi aumenterebbero in minor ragione di quella, che crefcefsero le velocità di tutta la fezione nell' alzarfi la piena attefo l' accrefcimento dell' altezza GB, che in ogni ipotefi è libera dal rigurgito.

Finalmente fe in vece di fupporre la fezione BF maggiore di AH in profondità fi fupponefse maggiore di efsa in larghezza, e per altro eguale in altezza corrente, ne nafcerebbe la medefima confeguenza, avvertendo allora, che gli fpazj BGLK, SGLQ non debbono efser' eguali alle parabole AHI, MHR, ma minori di efse in ragion reciproca delle larghezze.

Molto meno poi debbono alzarfi le piene prefso lo sbocco, quando le larghezze avanti la piena fofsero morte, come per lo più fuccede, e come nota l' Autore nel § feguente, e più fopra nel capo fettimo § *Sono gli alvei*.

ANNOTAZIONE IX.

(Al corollario 3 della propofizione 2)

NOn è già conforme alla verità.... che i fiumi vicino al mare crefcano di velocità, fe non in quanto la vicinanza dello sfogo libero &c.

Parmi, che parlando della velocità della fola fuperficie, e in iftato di piena fi pofsa foftenere, che vicino agli sbocchi la fuperficie del fiume fia più veloce, che nelle parti più lontane mentre in quefte cammina parallela, o quafi parallela al fondo, e all' acqua bafsa, laddove prefso lo sbocco per le cofe dette maggiormente s' inclina.

ANNOTAZIONE X.

(Alla propofizione 3)

SE l' alzamento dell' acqua d' un fiume allo sbocco fi farà per cagione di qualche impedimento.... ritardante il corfo di efso, e particolarmente per lo riftagno del mare, o per rigurgito della piena di qualche fiume recipiente ... l' acqua fi eleverà più vicino allo sbocco, che nelle parti fuperiori.

Prolunghifi il pelo del recipiente TA (*Fig.* 81) fino a che interfechi in D il pelo dell' influente IEB, il quale prima dell' alzamento del recipiente in TA fi fuppone, che andafse nella fezione dello sbocco FB a ferire nel punto B, o fofse ivi foftenuto, o no da altro antecedente rigurgito. Farà dunque il recipiente nel nuovo ftato TA qualche refiftenza alla fezione DG. Dunque obbligherà l' acqua ad alzarfi, come in GK. E perchè dee efservi un punto nel pelo IEB di fopra al quale non è poffibile, che fegua per lo rigurgito alcuna alterazione, come nell' annotazione feconda fi è detto (e farà al più il punto E della fezione EM, al cui fondo M giugne l' orizzonte TAD) è manifefto, che il pelo EK più fi farà alzato nella fezione GK, che nelle fuperiori fra G, et M, e che il detto pelo KE foftenuto dal rigurgito farà meno inclinato del pelo primiero IEB; e ciò dee fuffiftere qualunque fia il punto dell' orizzonte TD, in cui il pelo EK vada ad interfecarlo.

CAPITOLO NONO.

Dell' unione di più fiumi insieme, e loro effetti.

E Un' artificio assai rimarcabile della natura quello d' accoppiare fiumi a fiumi, e di mandarli così uniti a sboccare nel mare; e talora è anche effetto di una necessità, che non permette il corso di un fiume, separato da quello d'un' altro, siasi, o per l' intrecciamento, che porta seco la diversa direzione de' fiumi distinti; ovvero per lo pendio, che insegna la strada all'acque, per la quale possono avere lo sfogo più facile; anzi le obbliga molte volte a prenderne una determinata. Questa necessità però, o non mai, o rare volte, va scompagnata dall' utile, che apporta l' unione di più acque in un' alveo solo, dimanierachè pare solo instituita dalla natura, per servirsi di essa, come di un mezzo efficacissimo, per ottenere i vantaggi, che si diranno; e perciò può passare per una necessità artificiosa. Per assicurarsi di ciò, si prenda una carta geografica, nella quale siano delineati tutti i rivoli, torrenti, e fiumi, che tributano le loro acque ad un fiume reale, e nella medesima sia parimente espresso il corso di esso fino al mare; e si faccia prova di correggere gli errori, per così dire, che qualcheduno potesse credere, essere stati fatti dalla natura, nell' unire le acque di tutti que' fiumicelli in un solo maggiore; indirizzando perciò ogni corso di acqua a dirittura verso il mare. In ciò fare facilmente ognuno si chiarirà, qual' esser dovrebbe l'ampiezza della superficie della terra, necessaria per tanti fiumicelli; quali gl' impedimenti, che frapporrebbero al commercio le intersecazioni moltiplicate delle strade; quali ostacoli si opporrebbero agli scoli delle campagne; e quante altre cose difficolterebbero la medesima nuova delineazione sopra una carta, che non esige, nè considerazione di caduta, nè livello di piano di campagna, nè riflesso alcuno a' luoghi, dov' essa maggiormente declina col pendio, o ad alcuna delle altre circostanze, che sono altrettanto necessarie, quanto bene avvertite dalla natura, nel regolare, che ha fatto, il corso de' fiumi; e tanto, cred' io, potrebbe bastare per disingannare quelli, che pretendono, che la buona regola della condotta dell' acque sia d' incamminare i fiumi al mare per linee

retta,

retta, come per la più breve, fu l' unico fondamento della nota proprietà del triangolo, due de' cui lati presi insieme, sono sempre maggiori del terzo; stimando essi perciò essere un' errore di natura il portarsi di un fiume a scaricarsi in un' altro, e per esso al mare, cioè per due linee, quando senza tale unione, potrebbe per una sola linea, dotata conseguentemente di maggiore declività, provvederlo di alveo, e di sbocco, secondo il loro credere, proporzionati al bisogno.

Per fare anche meglio apparire l' artificio della natura, trasandando per ora la necessità, che dipende da varj principj, secondo la diversità delle circostanze, ci daremo a spiegare, e dimostrare le utilità, che risultano dall' unione di più fiumi in un sol' alveo, e gli effetti ad essa susseguenti.

Proposizione prima.

SE saranno due fiumi eguali di larghezza, e profondità, ed affatto simili, l' uno all' altro, i quali scorrano, e sbocchino separatamente nel mare; sarà la somma delle loro larghezze maggiore di quella, che avrebbero, se uniti insieme corressero dentro un sol' alveo.

Fig. 50. Siano i fiumi l' uno ABCD, l' altro CDEF, de' quali le larghezze AC, CE siano eguali; e siano, nelle altre circostanze tutte affatto simili, cioè di eguale profondità, di egual corpo d' acqua, di eguale caduta &c., e s' intenda, che questi due fiumi corrano paralelli, l' uno all' altro, separati solamente dalla sponda comune CD, che suppongasi, per esempio, un' argine: dico, che la somma delle larghezze AC, CE sarà maggiore, correndo i fiumi separati, di quello sia per essere, se, levato l' argine CD, s' unirà il corso del fiume AD con quello di CF.

Posciachè egli è certo, che, attesa la resistenza della sponda CD, l' acqua tanto d' un fiume, che dell' altro sarà, vicino ad essa, impedita nel suo corso; e perciò il filone sarà v. g. in G, ed H; ma levato l' argine CD, cioè a dire tolta di mezzo la resistenza della sponda CD, si ridurranno i due filoni in un solo, che sarà in CD, come parte dell' alveo più lontana alle sponde AB, EF; sarà dunque in CD la maggiore velocità del fiume, e sarà anche maggiore di quello fosse prima in G, ed H, attesa la maggior distanza del filone CD dalle sponde; e perchè l' acqua de' due fiumi separati corre impedita dalla resistenza di quattro sponde; e quel-

la

la de' medesimi uniti non patisce la resistenza, che di due sole, la quale si rende anche minore nel luogo del filone: ne segue, che quanto di velocità s'accresce all'acqua nella parte CD, tanto ne scemi vicino alle sponde AB, EF; adunque, essendo l'acqua torbida, si faranno deposizioni alle ripe, e la larghezza dell'alveo AE renderassi minore. Il che &c.

In questa dimostrazione non si è considerato, che il solo accrescimento di velocità, nato dalla rimozione dell'impedimento della sponda comune CD; e tanto bastava per dimostrare il ristringimento dell'alveo; ma se metterassi a confronto il profondamento maggiore, che succederà al fondo dell'alveo, tanto minore sarà la larghezza, alla quale si ridurrà il fiume unito.

La verità di questa proposizione, si prova anche coll'esperienza; perchè, * *se si misureranno le larghezze di tutti i fiumi, che unendosi formano un fiume maggiore: si troverà* infallibilmente, *ch' esse insieme unite, supereranno quella del fiume maggiore*, come nota il P. Castelli *al corol. XI.* essere stato fatto, e trovato dal Fontana nel misurare i fiumi, e i fossi, che mettono foce nel Tevere, e nel paragonarli all'alveo di questo, e particolarmente all'apertura del Ponte Quattrocapi.

* Annot. I.

Proposizione Seconda.

I *Predetti due fiumi uniti, maggiormente profonderanno il loro alveo, che non farebbero correndo separati.*

Ciò è manifesto; perchè si è dimostrato nella proposizione antecedente, che il filone CD del fiume unito, correrà più veloce, che i filoni G, H, de' fiumi separati; adunque, supponendo, che la materia, che compone il fondo, sia della medesima natura di prima, dovrà ella cedere alla velocità accresciuta, e per conseguenza l'alveo si profonderà; ma, * profondandosi, acquisterà l'acqua maggiore altezza, e per conseguenza maggiore velocità; adunque tanto maggiormente potrà ella corrodere il fondo, ed abbassarlo; e perchè profondandosi l'alveo del fiume, e correndo l'acqua in maggior copia, e con maggiore velocità nel mezzo, di quello, faceva prima, è necessario, che il moto dell'acqua vicino alle sponde si ritardi; ne seguiranno, per questo capo, nuovi ristringimenti: e perchè quanto le sezioni d'un fiume sono più strette, tanto guadagnano in profondità; contribuirà l'angustia

Fig. 50.

* Annot. II.

della

della sezione a rendere più profondo l' alveo; e per conseguenza tanto continuerà a profondarsi, e ristringersi il fiume, finchè equilibrandosi la resistenza delle ripe, e del fondo colla forza dell' acqua, si stabilisca l'alveo, come si è detto *nel cap.* 5. Saranno adunque le profondità de' fiumi uniti, maggiori di quelle de' solitarj, e disuniti. Il che &c.

*Annot. III. *Per un'altra ragione devono profondarsi gli alvei de' fiumi uniti; ed è, che richiedendo essi sbocco maggiore nel mare, non solo devesi esso rendere più grande in larghezza, ma ancora in profondità; ma sopra degli sbocchi più profondi disposte delle cadenti, anche egualmente, non che meno declivi, lasciano il fondo del fiume più basso; adunque i fiumi uniti richiederanno l' alveo più profondo, non solo per la minore declività, che loro compete; ma anco per la maggiore bassezza del fondo dello sbocco.

Corollario Primo.

DAlla predetta dimostrazione evidentemente apparisce, che *le larghezze de' fiumi uniti saranno anche minori della somma de' disuniti, non solo per la mancanza delle resistenze, minori ne' primi, che ne' secondi; ma anche per la maggiore profondità, e velocità dell' acqua degli uniti.*

Corollario II.

*Annot. IV. * E' Anche chiaro, che *le sezioni de' fiumi uniti saranno sempre minori della somma delle sezioni de' disuniti*, perdendosi molto più in larghezza di quello, che s'acquisti in profondità; posciachè dovendo le sezioni essere reciproche alle velocità medie, e riuscendo queste maggiori col profondamento dell'alveo; ne segue, che le sezioni debbano restare minori.

Corollario III.

E Perchè moralmente è impossibile, che tutti i fiumi tributarj entrino in un tempo, colle loro acque nell' alveo del recipiente, osservandosi, che per lo più succedono l' uno all' altro; dimodochè di già sarà passata la piena di un fiume influente, e quando arriva quella di un' altro; perciò *non è necessario, che la sezione del fiume maggiore sia equivalente alla portata dell' acqua delle piene di tutti i fiumi influenti*; e conseguentemente *le sezioni di essi* rin-

riusciranno, anche per questo capo, *minori della somma delle sezioni degl' influenti.*

Proposizione Terza.

NE' fiumi supposti, non solo s' escaverà il fondo del fiume unito, dopo l' unione; ma ancora si profonderanno gli alvei de' fiumi confluenti, avanti quell' unione.

Sia la cadente della superficie del fiume influente FB; e quella del fiume unito, o del recipiente BC, e la profondità dello sbocco BD; e suppongasi, che unito il fiume FD con un' altro simile, ed eguale, dopo la confluenza siasi profondato in BG, secondo ciò, che si è dimostrato nella proposizione antecedente, disponendosi il fondo nella linea GH, la quale sarà meno declive, che la ED, che si suppone la cadente del fondo, che averebbe il fiume, se da sè, senza unione di altri, sboccasse nel mare. Perchè adunque l' altezza dell' acqua nel fiume unito BG, dovrà essere maggiore, che nel disunito BD, sarà la differenza DG; * e perchè i due fiumi, che compongono il fiume unito BH, si suppongono eguali, e simili, dovrà il fondo d' ognuno di essi essere unito al fondo GH; e perciò il fondo dell' influente ED, non potrà essere mantenuto in FD, ma dovrà andare ad unirsi col punto G; e perchè le condizioni del fiume FD, richiedono la declività di ED, sarà necessario, che la cadente di esso, prima del sito dell' unione, sia una linea, come IG, paralella alla ED; e perciò bisognerà, che il fondo ED s' abbassi in IG. Il che &c.

Fig. 12.

* Annot. V.

Corollario Primo.

E Perchè gli sbocchi sono i fondamenti delle cadenti superiori ad essi; abbenchè anco il fiume influente fosse minore del recipiente, nondimeno, * *quando lo sbocco del primo nel secondo dovesse restare più basso, che se corresse da sè al mare, proporzionabilmente si escaverebbe il fondo del fiume influente*, come si è dimostrato *nel capitolo ottavo.*

* Annot. VI.

Proposizione Quarta.

SUpposte le medesime cose, la cadente del pelo d' acqua del fiume unito sarà sempre meno inclinata all' orizzonte, di quella del fiume disunito.

Ciò è manifesto, sì per la maggiore abbondanza dell'acqua, che, in maggior quantità, sempre fa maggiore sforzo per ridursi all'equilibrio col pelo d'acqua del suo recipiente; sì per le ragioni seguenti. * Poichè i fiumi, quando sono maggiori, hanno regolarmente maggiore larghezza di alveo; e perciò hanno minori, in proporzione, le resistenze; e conseguentemente, in parità di circostanze, maggiore velocità, alla quale susseguendo maggiore scarico, ne deriva in conseguenza minore l'altezza dell'acqua sopra la superficie del recipiente: ma disponendosi seriatamente altezze minori dallo sbocco in sù, ne nasce minore la declività della superficie; adunque i fiumi, quando saranno maggiori, tanto minore avranno la declività del loro pelo; ed essendo i fiumi uniti, maggiori, che i disuniti, sarà la cadente del pelo de' primi, meno declive della cadente del pelo de' secondi. Il che &c.

*Annot. VII.

La seconda ragione si desume dalla minore declività del fondo ne' fiumi uniti, che ne' disuniti; i quali perciò ne' siti omologi, sono più vicini al centro della terra: ma l'acque, che corrono sopra fondi più bassi, restano altresì più basse di superficie; adunque i fiumi uniti saranno più bassi di pelo; e perchè la cadente del pelo d'acqua dee regolarmente, sempre andare ad unirsi col pelo del recipiente, che si suppone, nell'uno, e nell'altro caso, invariato; ne segue, che tirate due linee da' predetti siti omologi, ma da altezze disuguali, sarà meno declive quella, che avrà il termine più basso, cioè quella, che sarà propria del fiume unito.

Può alcuno dubitare, se sia vero, che l'acque correnti sopra fondi più bassi, restino colla superficie anche più bassa ne' siti omologi, cioè egualmente distanti dallo sbocco; perchè quantunque sia vero il primo; può però l'aumento dell'acqua essere tanto, che richieda altezza di corpo maggiore di quello, che la medesima altezza, e velocità susseguente possa produrre di profondità nell'alveo: e certo, se si supponesse, che un fiume corresse per un'alveo, le cui sponde, e fondo fossero molto resistenti, potrebbe darsi il caso, che la superficie dell'acqua nel fiume unito fosse più declive, che se non v'entrasse alcuno degl'influenti. * L'esperienza però fa vedere, che negli alvei fatti di terra, più può, per escavare il fondo, ogni poco di velocità aggiunta, che, per elevare la superficie, la copia dell'acqua influente; e perciò, sebbene l'abbondanza dell'acqua fa crescere l'altezza della sezione, l'abbas-

*Ann. VIII.

bassamento però del fondo supera il di lei effetto, e le piene restano più basse di superficie ne' fiumi uniti; che ne' disuniti.

Se si considera in oltre, che gli sbocchi de' fiumi dentro il mare sono impediti, e perciò bisogna, che si allarghino, e si profondino più di quello, che richiederebbe la quantità dell'acqua, che passa per essi, non essendo impedita; facilmente si persuaderà ognuno, che crescendo l' acqua nel fiume, dovrà di molto abbassarsi il fondo dello sbocco; e per conseguenza anche il fondo del fiume; e per lo contrario, non essendo molte volte sensibile l' alzamento della superficie dell' acqua del medesimo, chiaramente si manifesta, quanto prevalga l' escavazione del fondo, e la maggiore larghezza dell'alveo, all' accrescimento dell'altezza dell' acqua in una data sezione di fiume.

In prova di tutto ciò si può aggiungere un fatto evidentissimo. Correva sul principio del secolo presente il fiume Lamone dentro il Pò di Primaro, vicino alla villa di Sant' Alberto; dal qual luogo fu divertito, e mandato a sboccare da se solo nel mare Adriatico. Quello, che n' è seguito si è, che il detto fiume ha così elevato il proprio fondo; che in oggi, a dirittura di Sant' Alberto, resta più alto del pelo delle piene del Pò predetto; e per conseguenza il pelo delle di lui piene riesce tanto più alto, ed ha bisogno di argini altissimi, per essere mantenuto nel suo letto. Ciò supposto, si può discorrere così: se l'acque di detto Pò di Primaro si dividessero in tanti fiumi, eguali al Lamone, e si mandassero a sboccare per più alvei nel mare, certa cosa è, che in ciascheduno di essi succederebbe l' effetto medesimo, ch' è succeduto al Lamone; adunque le piene di essi si vedrebbero molto più elevate di pelo, che non sono ora quelle del Pò di Primaro; e per lo contrario, se detti alvei così divisi, si tornassero a riunire nell' alveo del Pò di Primaro, non oltrepasserebbe la di lui piena il segno, al quale in oggi si eleva; adunque più fiumi uniti farebbero delle piene meno alte di superficie, di quello faccia uno di loro disunito. E perciò è evidentissimo, che i fiumi uniti hanno la cadente del pelo d' acqua, più bassa, e meno declive di quello, che l' abbiano i fiumi disuniti.

Corollario Primo.

LO stesso si verifica rispetto a' *fiumi maggiori*, i quali, siccome sono meno declivi di fondo; così *hanno la superficie meno inclinata all'orizzonte, se si paragonino gli stati simili*, cioè, o nelle massime altezze d'acqua, o nelle massime bassezze, o in istati d'acqua proporzionalmente distanti dall'uno, e dall'altro degli estremi predetti. Ciò pure è manifesto per l'esperienza; attesochè, * se si prenderanno due fiumi correnti al mare, l'uno, e l'altro nella sua piena massima (col pendio della quale suol camminare il piano superiore degli argini) e se si livellerà, o la superficie della piena, o il piano predetto degli argini, sempre si troverà, che maggiore sarà l'inclinazione ne' fiumi minori, che ne' maggiori.

* Annot. IX.

Corollario II.

* ED essendo ciò vero, anco rispetto alla cadente dell'acqua bassa; ne segue, che *le campagne molte volte potranno avere lo scolo ne' fiumi grandi; e loro sarà negato ne' minori*; e perciò giova in molti casi, per dare lo scolo alle terre, che per altro non potrebbero averlo, unire insieme più fiumi; perchè abbassandosi con ciò il fondo del fiume unito; e la di lui superficie in acqua bassa, o ordinaria, potranno le terre scolarvisi dentro.

* Annot. X.

Corollario III.

E Perchè (sebbene ne' fiumi influenti non si altera così considerabilmente la cadente del pelo, tanto alta, che bassa) si profonda l'alveo, e conseguentemente il pelo dell'acqua bassa &c. *potranno anche negli alvei di questi, quando l'abbassamento sia sufficiente, ottenere lo scolo le campagne contigue.*

Corollario IV.

SImilmente, perchè le piene de' fiumi influenti, debbono portare la loro superficie ad unirsi con quella della piena del tronco comune de' fiumi uniti, e dovendo ella avere una determinata pendenza; ne segue, che *abbassandosi la superficie della piena del fiume unito, resterà anche più bassa quella della piena del fiume influente*; e perciò non avrà bisogno di argini tanto alti, quanto richiederebbe, se dovesse portarsi da sè solo al mare.

Corollario V.

E *Tanto meno alti si richiederanno vicino allo sbocco, e per quanto può durare il rigurgito del fiume recipiente;* perchè, trovandosi in questo tratto, tutte le sezioni dell'alveo maggiori di quello, richiede la quantità dell'acqua, che vi passa (comechè questa ha la sua velocità impedita) * ne segue, che la cadente della piena sarà meno inclinata in questo pezzo d'alveo, che nel restante più alto; e perciò gli argini, in detta parte, si richiederanno più bassi.

*Annot. XI

Corollario VI.

POtendo molte volte *incontrarsi, che l'unione di più fiumi in un' alveo solo, lo scavi talmente, che la superficie delle piene non giunga al piano della campagna;* perciò, *in tal caso non sarebbe necessaria alcuna constrazione d'argini*, e si provvederebbe a tutti que' danni, che portano seco le rotte de' medesimi in somma si riceverebbero tutti que' vantaggi dall'unione, che procedono dall' avere il fiume incassato, piuttosto, che arginato.

Corollario VII.

PErchè *l' acque unite* corrono con maggior corpo; e perciò con maggiore profondità, e sboccano al mare con foce più ampia, più profonda, e più libera; perciò *formano porti, e si rendono navigabili per buon tratto;* al che contribuisce ancora la poca declività della superficie del fiume, che rende più facile il navigare contr'acqua. Qual'utile apportino le navigazioni alle provincie, non è qui luogo di parlarne, come d'un punto assai noto; sapendosi, che molte città debbono la loro origine, accrescimento, e conservazione a tale prerogativa.

Tutto ciò, che fin' ora si è detto, si dee intendere, quando i fiumi siano stabiliti d'alveo, o portino acque torbide, che possano contribuire al loro stabilimento; e perciò non è applicabile a' condotti dell'acque piovane, le superficie delle quali, o per essere chiare, o perchè gli uomini hanno l'attenzione di mantener loro scavati gli alvei, a misura della necessità, regolarmente sono più basse (anche nelle loro maggiori escrescenze) delle piene de' fiumi; si dee parimente avvertire, che *quantunque tutti i pre-*

predetti buoni effetti, si verifichino nel tronco del fiume unito; non è però necessario, che succedano sempre negli alvei di quelli, che si portano all' unione, potendo darsi il caso, che riesca di maggior utile il portarsi un fiume da se al mare, che l' unirsi con un maggiore; dipendendo la determinazione del vantaggio, o svantaggio, da diverse circostanze, che meritano di essere esaminate: come sono, per esempio, la situazione del fiume, che si vorrebbe unire al maggiore; la condizione della campagna di mezzo, e de' scoli di essa; e la caduta, esito, e distanza della foce; poichè, se la di lui linea, sino allo sbocco, fosse più breve, e con caduta al mare maggiore di quella, che può avere sul pelo basso del fiume, col quale si pretendesse di unirlo; egli è certo, che niun buon'effetto si potrebbe sperare nell' alveo di esso; abbenchè fossero per succedere tutti gli accennati nell' alveo di quello, che lo ricevesse; anche però in questo caso, può succedere, che torni il conto di fare l' unione di due fiumi; come, * se lo sbocco al mare fosse impedito, o in una spiaggia di poco fondo; e che perciò lasciasse luogo di dubitare, che il prolungamento della linea, potesse in breve togliere la necessaria caduta al fiume; o pure s' egli portandosi al mare a dirittura, dovesse passare per siti bassi, che richiedessero grand' elevazione di argini, e simili; * Insomma è necessario un ben pesato giudicio di tutte le circostanze, ed una ben distinta cognizione di ciò, che succede all' unione de' fiumi, prima di terminare, quali siano i beneficj, che ponno ricavarsi, dal mandare un fiume a sboccare nel mare, o pure in un' altro maggiore.

*Annot. XII.

*Ann. XIII.

Ecco adunque quanto bene la natura provveda, mandando i fiumi ad unirsi insieme, a' molti pregiudizj, che succederebbero alla loro disunione; e che di fatto sono molte volte succeduti, quando diversi accidenti hanno tenuti separati i fiumi, l'uno dall' altro. Era piena la Lombardia, ne' contorni di Piacenza, di ristagni moltiplicati del Pò, e de' fiumi a lui tributarj, che la rendevano tutta ripiena di paludi; quando Emilio Scauro, riducendoli tutti in un sol tronco, bonificò quel paese, e lo rendette abitabile; e qual volta gli uomini, ingannati dall' apparenza, hanno pensato di sgravare gli alvei de' fiumi maggiori dall'acque, che si credevano soverchie, e lo hanno fatto col divertire qualche fiume, o torrente solito a sboccare in esso; non hanno tardato

to molto a ſentirne i cattivi effetti: teſtimonj di ciò ne ponno eſſere i Ravegnani, per la diverſione ſopraddetta del Lamone dal Pò di Primaro; e gli abitatori della Romagnola baſſa, per le diverſioni de' fiumi Santerno, e Senio: nè laſciano i Ferrareſi di ſentire gli effetti dell'alzamento del fondo, e delle piene del Pò di Primaro, ſeguito non ſolo per la rivolta di tutto il Pò grande nel ramo di Venezia; ma anco per la rimozione de' fiumi predetti dal di lui alveo.

* Io non intendo perciò di riprovare le riſoluzioni di tutti quelli, che divertiſcono acqua da' fiumi, ſiaſi, o per irrigazioni, o per condotta di canali navigabili da un luogo all'altro; perchè vi ſono de' fiumi, che lo permettono ſenza danno notabile: tali ſono, per lo più, (1) quelli, che corrono chiari; atteſochè, per difetto di materia, non ponno nè elevarſi, nè riſtringerſi l'alveo. [2] Quelli, che corrono per campagne alte di ſuperficie, riſpetto al fondo del fiume; poichè, abbenchè queſto qualche poco ſi elevi, tale alzamento poco, o nulla pregiudica. (3) Quelli, che hanno grandiſſima abbondanza d'acqua, dimanierachè la parte divertita non abbia ſenſibile proporzione colla rimanente. (4) Quelli, che portano materia ſottile, la quale non richiede molta velocità per eſſere portata ſino allo sbocco. (5) Quelli, ch'entrano nel mare in luoghi, ne' quali i fluſſi, e rifluſſi ſono molto grandi; poichè l'acqua del mare, che nel tempo del fluſſo entra negli alvei de' fiumi, ritornando indietro nel tempo del rifluſſo, ſerve a tenere netto l'alveo dalle depoſizioni; al che mi do a credere, s'appoggi la durabilità de' molti canali navigabili, che ſi trovano nell'Olanda, e in altri luoghi.

*Ann. XIV.

In contrappoſto de' beneficj, che apporta l'unione de' fiumi, vi è qualche danno da non traſandarſi in queſto luogo; poichè (1) i fiumi uniti, che ſono anche i maggiori, hanno le tortuoſità, più grandi di giro; e perciò qualunque volta ſi danno a corrodere una ripa, rieſce più difficile, o almeno più diſpendioſo il difenderla, dimodochè in caſi ſimili ſovente accade, che ſi ſtimi minor danno il ritirarſi indietro con gli argini, che l'impedire con opere manufatte l'avanzamento della corroſione; queſto danno però viene in parte riſtorato dal fiume medeſimo; perchè quanto eſſo leva di terreno da una parte, tanto ne aggiunge colle alluvioni dall'altra. (2) Accadendo una rotta negli argini di

un

un fiume grande, occuperanno le di lui acque uscite dall'alveo, più grande ampiezza di terreno, che se fosse succeduta in un fiume picciolo; e perciò potranno essere causa di danni maggiori. (3) Queste rotte, comechè riescono di più ampia apertura, portano maggior dispendio, e molte volte più difficultà in chiuderle, secondo le circostanze. (4) Quello, che è più notabile in questo particolare, si è ciò, che dà motivo alla seguente proposizione.

Proposizione Quinta.

SE *un fiume maggiore correrà con poca caduta, e dopo lasciato di portare ghiara, se gli unirà un fiume, che ne porti dentro il di lui alveo; sarà il fiume maggiore obbligato, o a mutar corso, o ad elevare il proprio fondo nelle parti superiori.*

Poichè egli è evidente, che l'acqua d'un fiume, abbenchè mossa con velocità considerabile, non può spingere molto all'innanzi, un sasso gettatovi dentro, se non ha molta caduta nel fondo dell'alveo, e particolarmente, se il fondo predetto non sarà resistente. Vero è, che sul principio, e per poca quantità, la forza dell'acqua, scavando d'intorno al sasso, il terreno, lo seppellità in esso; ma finalmente non potendo detto sasso essere profondato all'ingiù fino al centro della terra; converrà, che il primo sasso seppellito arrivi ad un sito, sotto del quale non possa passare; e perciò potranno bene, sopra di esso, sostentarsi altri sassi, che bastino a riempire tutto il sito fino al piano del fondo del fiume, ma non più; nel qual caso non potendo più profondarsi il sasso, nè smaltirsi lungo il corso dell'acqua, attesa la poca declività del fondo dell'alveo; converrà, che entrati i sassi nell'alveo del fiume maggiore, ivi si fermino, e comincino ad elevare il fondo, per formare quella pendenza all'alveo, che è necessaria per impellere avanti i sassi, e le ghiare, avendo riguardo alla forza dell'acqua del fiume unito, non più a quella dell'influente; ed in questo caso, facendosi, come una chiusa di sassi attraverso dell'alveo del fiume unito, converrà, che la di lui acqua, nella parte posteriore, si elevi di superficie, per potere sormontare col suo corpo l'impedimento de' sassi portati dal fiume influente; e restando l'acqua del fondo, per causa dell'impedimento medesimo, priva, o rallentata di moto; ne seguirà, che ivi si faranno delle deposizioni; e per con-

conseguenza il fondo dell' alveo s' eleverà, tutto al contrario di quello, che succederebbe, se il fiume influente portasse materia omogenea a quella, che porta il fiume unito in dirittura dello sbocco; e la ragione di questa diversità si è, che nell' ultimo caso, l' unione de' fiumi accresce forza, ma non aggiunge impedimento; ma nel primo, aggiunge più d' impedimento, che di forza; e se accadesse, che tanta fosse la forza, quanto l' impedimento accresciuto, allora non si altererebbe, in conto alcuno, il fondo del fiume unito.

Tal' elevazione di fondo nelle parti posteriori dell' alveo, suppone una condizione difficile da ottenersi; ed è, che la ripa opposta allo sbocco del fiume influente resista alla corrosione; altrimenti, deponendosi il sasso dalla parte dello sbocco, e spingendosi avanti a scarpa verso la ripa opposta, lascierà il fondo maggiore della sezione dalla parte di essa ripa; alla quale perciò voltandosi il filone dell' acqua, comincierà ad aprirsi il passo verso quella parte, cagionando un giro di corrosione, per lo quale, a poco a poco, volteralli tutta la corrente del fiume, proporzionandosi l' alveo in quel sito; al che seguirà, che il fiume influente prolungherà la sua linea, formandosi l' alveo dentro le ghiare deposte nel sito vecchio del fiume maggiore, e s' aprirà nell' alveo di esso un nuovo sbocco. E quì nuovamente si torneranno a produrre i medesimi effetti di prima, rispingendosi sempre la corrente del fiume maggiore al lato opposto, e facendo nuove corrosioni; e tutto ciò s' anderà continuando, finchè il fiume tributario, si sarà prolungata la linea tanto, che cessi dal portar ghiare nell' alveo del fiume, dentro del quale dev' egli avere l' ingresso. Il che &c.

Da questo principio mi do io a credere, proceda, che i fiumi reali, i quali ricevono il tributo di altri fiumi minori, se corrono per pianure, tengano la loro corrente lontana dalle radici de' monti; poichè, siccome può essere, che il Pò, per esempio, abbia avuto una volta il suo corso vicino, o agli apennini, o a gli euganei (dal che non discordono le tradizioni de' popoli; e le notizie, che dello stato antico di esso s' hanno dall' istorie) così può esserne stato rispinto, nella maniera predetta, da' fiumi, che scendono da essi, e che allora solo abbia trovato un sito stabile, quando trovatosi, quasi in mezzo della gran valle della

Lombardia, s'è assicurato, che non entrino nel di lui alveo sassi e ghiare portate da' fiumi influenti; ed in fatti s'osserva, che do po, che il Pò lascia di correre in ghiara, non ne riceve più d sorte alcuna da' fiumi tributarj.

Da questa medesima causa può anche nascere la tortuosità, piuttosto l'obbliquo, e serpeggiante corso di alcuno de' fium reali; poichè, come si è detto, dovendo essere rispinta da' sassi l corrente di esso, sino ad essersi sufficientemente prolungata la li nea del fiume influente (per esempio, essendosi rivoltato in CDE, l'andamento del fiume reale, sino a dar luogo al necessa rio allungamento della linea del fiume AB sino in B, che sia l'ul timo termine delle ghiare) può darsi il caso, che il fiume GF anch'esso, richieda il prolungamento GF sino al punto F, sup posto esso pure, l'ultimo termine della portata de' sassi; nel qual supposto è evidente, che il corso del fiume CEF non potrà pas sare tra F, e G, ma necessariamente dovrà essere rispinto in EF; e per la stessa ragione potrà dal fiume HI essere nuovamente rispinto in FI, dimodochè il fiume reale prenda, per tali cause, il corso serpeggiante CDEFI, che in questo caso, non sarà un' errore di natura; ma bensì un rimedio necessario a provvedere a quegli sconcerti, che senza detta tortuosità, necessariamente succederebbero.

Fig. 52.

Da questa considerazione si cavano alcuni avvertimenti necessa rj; il primo de' quali è, di non introdurre mai alcun fiume, che corra in ghiara, dentro l'alveo d'un fiume reale, che abbia il fon do arenoso, o limoso. (2) Di non abbreviare mai la linea a quei fiumi influenti, che portano il sasso assai vicino alla propria foce. (3) Che le corrosioni delle ripe de' fiumi reali, prodotte da' sassi, portati dentro de' loro alvei da' fiumi tributarj, sono irrimediabi li; ed è opera, e spesa egualmente inutile, che dannosa al corso del fiume reale, l'ostarvi. (4) Che quando sia cosa possibile, tor na più a conto, o portare più abbasso la foce del fiume influente; o allungargli la strada colle tortuosità, per fargli deporre il sasso, prima dell'introduzione.

Noi abbiamo detto nel principio di questo capitolo, che molte volte l'unione de' fiumi è fatta per una necessità di natura. Ciò è manifesto in tutte le congiunture; perchè non essendo altro la na tura, che la combinazione delle cause operanti, senza la direzio-

ne

ne artificiosa della mente umana; tutte le volte, che più fiumi si sono uniti insieme senza opera di uomini, ciò è succeduto per virtù di cause necessariamente operanti, le quali sempre agiscono verso quella parte, dove trovano maggiore facilità; e perchè, come si è fatto vedere, i fiumi, quanto sono maggiori, tanto più facilmente smaltiscono le proprie acque; perciò quelle, che scorrono sopra la superficie della terra, si sono portate ad introdursi ne' fiumi grandi, facendo prima picciole unioni, e poi maggiori, fino al formarsi gli alvei de' fiumi reali. Tale necessità però molto più si manifesta ne' fiumi, che scorrono fra le montagne, dalle radici delle quali sono sforzati i fiumi a scorrere verso una parte determinata, cioè verso quella, dove si trova l'apertura di esse, che dà l'uscita al fiume medesimo; e perciò i fiumi, che scorrono fra' monti, seguitano, tanto nel loro corso, quanto nelle unioni, la direzione delle valli formate dalle montagne; siansi esse valli effetti del corso de' fiumi, o pure formate dalla natura prima d'essi; e perciò non si uniscono i fiumi insieme, prima che una valle non sia aperta in un'altra, se pure non vi siano condotti sotteranei, per li quali possano i fiumi avere il loro esito. Gli effetti però sono i medesimi, tanto ne' fiumi, che scorrono fra le montagne, quanto in quelli, che per le pianure si portano al mare; nè variano in altro, se non in ciò, che i primi hanno il sito de' loro alvei più determinato, e ristretto fra le radici de' monti; ma i secondi ponno variar corso da un luogo all'altro, portandolo ora più a Levante, ora più a Ponente; e perciò pochi sono i luoghi della Lombardia, che in un tempo, o in un'altro non siano stati bagnati dalle acque del Pò, di cui, anche in oggi, si vedono tante vestigia di alvei derelitti.

Tutto il sopraddetto appartiene principalmente agli effetti, che s'osservano negli alvei de' fiumi uniti; ma per quello, risguarda le alterazioni, che arrivano all'acqua corrente per essi, si dee distinguere; perchè, o si parla degli sbocchi, e di ciò abbiamo trattato nel capitolo antecedente, siccome di quello, che accade a' fiumi tributarj; o pure si discorre degli effetti dell'acque accomunate con quelle del recipiente, e di già abbiamo detto, che la direzione dello sbocco fa diversi effetti; onde resta da discorrere dell'alzamento, che fanno i fiumi influenti nel recipiente, il che procureremo di fare nel seguente capitolo.

ANNOTAZIONI
AL CAPO NONO.

ANNOTAZIONE I.

(Dopo la proposizione 1 § *La verità*)

SE *si misureranno le larghezze di tutti i fiumi, che unendosi formano un fiume maggiore si troverà infallibilmente, che esse insieme unite supereranno quella del fiume maggiore.*

Nella visita del Pò fatta l'anno 1719 per l'affare del Reno, cominciando fin sopra lo sbocco del Tesino, si trovò la larghezza di questo in una delle sue sezioni non molto lontano dal detto sbocco di pertiche Bolognesi 88, e quelle del Pò in una sezione poco superiore al medesimo sbocco di pertiche 106, che sommano pertiche 194; e contuttociò in un'altra sezione del Pò alquanto di sotto alla confluenza non si ebbero di larghezza, che pertiche 87, considerando sempre le sole larghezze occupate dall'acqua nello stato, in cui que' fiumi si ritrovavano al tempo delle osservazioni (come dagli atti di quella visita degli ultimi di Novembre, e dei primi di Dicembre 1719) onde la larghezza dell'alveo dei fiumi uniti non solo fu minore della somma delle larghezze di essi separati, ma eziandio minore di ciascuna delle dette larghezze prese da se sole. E sebbene per fare più esattamente simili confronti converrebbe prendere le larghezze minime degli uni, e dell'altro, affinchè i divarj trovati non si potessero attribuire alle irregolarità delle stesse larghezze, nulladimeno la gran differenza, che quì si scorge fra quella del Pò, e del Tesino uniti, e la somma delle larghezze loro separate agevolmente fa intendere, che anco praticando una simil cautela nella scelta delle sezioni vi rimarrebbe ancora qualche diminuzione ne' fiumi uniti secondo l'asserzione dell'Autore.

ANNOTAZIONE II.

(Alla proposizione 2)

P*Rofondandosi acquisterà l'acqua maggior' altezza, e per conseguenza maggiore velocità.*

L'aumento della velocità, che quì si suppone andar congiunto con quello dell'altezza fa intendere, che quell' ulteriore profondamento, di cui quì si ragiona (dopo quel primo, che unicamente dipende dalla velocità accresciuta del filone del fiume) ha luogo solamente in quei casi, ne' quali la velocità cresce al crescere dell'altezza. Potrebbe per avventura nascer dubbio, che l'aumento dell'altezza potesse restituire alla sezione quella capacità, che avesse perduta allo scemare della larghezza; onde essa riuscisse egualmente ampia, avvegnacchè più angusta della somma delle sezioni dei fiumi uniti, ma ciò non può succedere, perchè crescendo coll'altezza anco la velocità, ogni poco d'aumento d'altezza può equivalere a molto più di larghezza perduta, onde la sezione dopo il profondamento rimarrà sempre più piccola, e dovrà anco essere più veloce.

ANNOTAZIONE III.

(Al § *Per un' altra ragione*)

LA ragione, che quì si adduce dell'abbassamento dello sbocco dei fiumi uniti rispetto a quelli dei medesimi disuniti è più universale di quella, che egli ha addotta finora, mentre non è ristretta, come questa, alle circostanze dell'egualità perfetta di due fiumi, che insieme si uniscono. Si può anche per maggiormente confermare il profondamento dell'alveo dopo l'unione addattar quì tutto ciò, che si disse dall'Autore nella proposizione 2 del capo 5, e ne' suoi corollarj ove ge-

ne-

neralmente mostrò, che quanto maggiore è la forza dell'acqua, e la copia di essa, tanto meno sono declivi i letti dei fiumi, onde questi dopo la confluenza dell'uno coll'altro spianano maggiormente i loro alvei.

ANNOTAZIONE IV.

(Al corollario 2 della proposizione 2)

E' *Anche chiaro, che le sezioni dei fiumi uniti saranno sempre minori della somma delle sezioni dei disuniti.*

Questa dottrina è coerente con ciò, che abbiamo detto poc'anzi nell'annotazione 2 del presente capo, e si potrebbero addurre per comprovarla diverse osservazioni tratte dalle visite del Pò, e dei suoi influenti, se l'irregolarità delle altezze, e delle larghezze permettesse di mettere i fatti in una totale evidenza.

ANNOTAZIONE V.

(Alla proposizione 3)

E *Perchè i due fiumi, che compongono il fiume unito BH si suppongono eguali, e simili dovrà il fondo di ognuno di essi essere unito al fondo GH.*

Ciò è stato dimostrato nel capo 8 alla proposizione prima § *Ma perchè i fiumi.*

ANNOTAZIONE VI.

(Al corollario 2 della proposizione 3)

Q*Uando lo sbocco del primo nel secondo dovesse restare più basso, che se corresse da se al mare, proporzionabilmente si escaverebbe il fondo del fiume influente.*

Il caso, che qui si figura, che facendo sboccare un fiume in un'altro il fondo dello sbocco possa restar più basso di quel, che sarebbe se l'influente andasse da se solo al mare, non è impossibile, benchè lo paja a prima vista; imperocchè può darsi, che per l'unione di due fiumi talmente s'abbassi lo sbocco in mare, e con esso tutto l'alveo del recipiente, e che in oltre l'inclinazione del pelo basso di questo dopo l'unione (dal qual pelo si dee prender regola per lo sbocco dell'influente in esso) divenga sì scarsa, e che finalmente la distanza del punto dell'unione dei due fiumi dallo sbocco del recipiente in mare sia così piccola, che l'orizzonte del fondo dell'influente, stabilito che sia sotto il detto pelo basso del recipiente, riesca assolutamente più basso di quel, che riuscirebbe in mare, quando vi andasse da se solo, massimamente ove dovesse sboccare in una spiaggia di mare di poco fondo, e però incapace di lasciar profondare di molto il detto sbocco dell'influente, se egli vi entrasse.

ANNOTAZIONE VII.

(Alla proposizione quarta)

P*Oichè i fiumi, quando son maggiori, anno regolarmente maggior larghezza d'alveo.*

Intende l'Autore di paragonar in questo luogo la larghezza dell'alveo comune de' fiumi uniti con quelle di ciascuno de' due fiumi eguali, de' quali suppone fatta l'unione nel detto alveo, e però può stare, che la detta larghezza sia maggiore d'ognuna delle dette due larghezze separatamente prese, benchè di sopra abbia mostrato dover'ella esser minore della loro somma.

ANNOTAZIONE VIII.

(Alla detta prop. 4 § *Può alcuno*)

L'*Esperienza fa vedere, che negli alvei fatti di terra più può per escavar il fondo ogni poco di velocità aggiunta, che per elevare la superficie la copia dell'acqua influente.*

Tale esperienza si adduce poco più sotto al § *In prova di ciò*, parlando del Lamone, e del Pò di Primaro, e ad essa si ponno aggiugnere quelle de' fiumi maggiori paragonati ai minori, delle quali parleremo nella annotazione seguente.

ANNOTAZIONE IX.

(Al coroll. 1 della proposiz. 4.)

SE si prenderanno due fiumi correnti al mare, l' uno e l' altro nella sua piena massima, col pendio della quale suol camminare il piano superiore degli argini, e se si livellerà, o la superficie della piena, o il piano predetto degli argini sempre si troverà, che maggiore sarà l'inclinazione ne' fiumi minori, che ne' maggiori.

Così appunto si trova nel Pò grande paragonato co' fiumi minori, che gli scorrono quasi paralleli, e che vanno a sboccare allo stesso termine comune del mare Adriatico, per quanto si può raccorre dalla combinazione delle livellazioni fatte di questi fiumi particolarmente nell' anno 1721, e ridotte a eguali distanze dal mare.

L' argine sinistro del Pò poco sopra allo sbocco, che fa in esso la fossa della Policella, cioè fra il detto sbocco, e la chiavica Barbazza, ed anco in qualche luogo più in su fin verso la chiavica di Ravano è più alto dell' argine destro del Canal bianco (il quale porta le acque del Tartaro, e del diversivo dell' Adige detto il Castagnaro) all' imboccatura della detta fossa piedi 1. 6 in circa. La distanza del detto sito del Pò dalla sua foce principale, misurata secondo l' andamento del Pò è di miglia 32 incirca; ma quella del mentovato sito del Canal bianco, misurata secondo il corso di questo è minore per sei miglia in circa; ora nella lunghezza di sei miglia gli argini del Pò si trovano pendere più di tre piedi, e mezzo, onde paragonando quel punto del Pò, che è egualmente lontano dal mare col detto punto del Canal bianco, saranno gli argini del Pò più bassi di quelli del Canal bianco due buoni piedi. Parimente il più alto segno delle piene del Pò indicato al sostegno della Cavanella si trova più alto piedi 4. 1. 5 del segno delle piene dell' Adige indicato alla Torre nuova. La Cavanella è distante dallo sbocco del Pò miglia 12 e un quarto, ma la Torre nuova non è lontana da quello dell' Adige, che miglia sei, e mezzo, onde la differenza è di miglia 5, e tre quarti. Il pelo del Pò alla Cavanella è più alto del pelo del Mar basso piedi 10. 10, e però se tal caduta conviene alla distanza di miglia 12, e un quarto, la detta differenza di miglia 5, e tre quarti richiederà in questo sito del Pò piedi 5. 1 in circa; e riducendo la detta altezza a una distanza dal suo sbocco eguale a quella dell' Adige dal suo, resterà la piena del Pò più bassa di quella dell' Adige un piede in circa.

ANNOTAZIONE X.

(Al coroll. 2. della proposiz. 4.)

ED essendo ciò vero anco rispetto alla cadente dell' acqua bassa, ne segue &c.

Anche questa verità si conferma dall' esperienza del Pò, e de' fiumi predetti. Il pelo del Canal bianco all' imboccatura della fossa della Policella si trovò nelle dette livellazioni (li 20 Marzo 1721) aver caduta di piedi cinque sopra il pelo del Pò allo sbocco della medesima fossa con tutto che il Pò non fosse allora nella sua massima bassezza, e con tutto che il detto punto del Canal bianco (come poc' anzi si è accennato) sia per lo meno sei miglia più vicino al suo termine in mare. Era il pelo del Canal bianco più basso della sommità de' suoi argini piedi 11. 8. 8, cioè a dire in istato di gran magrezza, mentre da altre osservazioni fatte in quelle vicinanze, cioè alla chiavica del Buso di Borella li 8 Aprile 1721, si raccoglie, che quando il detto pelo è più basso degli argini piedi 11 1. 1 non ha nel maggior fondo, che piedi 2. 4 d' acqua. Così pure il pelo dell' Adige alla Torre nuova in distanza di miglia sei, e mezzo dal suo sbocco si trovò più alto di quello del Pò alla Cavanella in distanza di miglia dodici, e un quarto dalle sue foci piedi 2. 2. 3; la pendenza del pelo del Pò in miglia 5, e tre quarti, che vi sono di differenza fra le dette distanze è in quel tratto di once 4. 2; e però riducendo il pelo del Pò a quel, che sarebbe in sito corrispondente a quello dell' Adige riuscirebbe più basso di questo piedi 2. 6. 5. Ben' è vero, che l' Adige non era nella sua maggior bassezza, come vi era a un ci-

dipresso il Pò, onde il divario de' peli infimi di questi fiumi nei due siti, che si paragonano sarà qualche cosa di meno dei detti piedi 2. 6. 5, ne è maraviglia, che non vi si trovi, che una piccola differenza in tanta vicinanza al termine comune del mare sul quale debbono a un dipresso andarsi a spianare le linee cadenti dell' uno, e dell' altro fiume.

ANNOTAZIONE XI.

(Al corollario 5 della proposizione 4)

N*E segue, che la cadente della piena sarà meno inclinata in questo pezzo d' alveo, che nel restante più alto &c.*

Torna qui a proposito metter sotto gli occhj con un piccol profilo non pure quello, che si dice in questo corollario, ma tutto ciò, che si è detto nel presente capo nono in ordine all' abbassamento dei fiumi per la loro unione.

Sia dunque (*Fig. 82*) AB il pelo basso di un recipiente, sotto cui sbocchi alla profondità AD il fiume solitario FODA, il cui pelo in somma escrescenza sia FCA, e il fondo stabilito OED (o siano le linee del pelo, e del fondo parallele, o come si vuole inclinate) e intendasi, che nella sezione CE del medesimo si faccia andare a sboccare un nuovo fiume. Dovrà dunque per le cose dimostrate nella proposizione 2 di questo capo abbassarsi nella detta sezione il fondo E, anzi tutto il letto fino allo sbocco rendersi meno declive quanto richiede la forza dell' acqua aggiunta di nuovo al recipiente; onde posto, che la linea GD abbia quella pendenza, che può esigere tal forza, dovrebbe GD essere la cadente da stabilirsi del nuovo letto, se lo sbocco si mantenesse tuttavia col suo fondo nel punto D. Ma perchè secondo le cose dette al § *Per un' altra ragione* della medesima proposizione 2, il punto D si dee profondare, sia il profondamento a cui si stabilirà lo sbocco, DL, onde la sezione della foce sia divenuta AL, e per essa possa smaltirsi per l'appunto tutta l' acqua dei fiumi uniti, e pieni. Tirando dunque LH parallela a DG sarà LH la linea del fondo stabilito dopo l' unione.

Inoltre, perchè alla proposizione 5 si è mostrato dovere la cadente del pelo dell' alveo comune a' fiumi uniti esser meno inclinata all' orizzonte di quella del solo fiume FA, si dovrà dopo l' unione predetta abbassare il pelo delle piene come in AI. Perchè poi nella proposizione 5 si è fatto vedere, che superiormente all' unione ciascuno dei due fiumi dee abbassare il suo fondo, ed ugguagliarlo nel punto dell' unione con quello dell' alveo comune, ritenendo per altro ciascuno di essi la primiera declività, tirando per H (che è il punto dell' alveo comune nella sezione della confluenza) la linea HM parallela ad EO, sarà HM la positura a cui di sopra all' unione si ridurrà coll' escavazione il primiero fondo del recipiente EO. Quindi è, che nelle parti più lontane alla confluenza il pelo delle piene del primo fiume si dovrà abbassare come in NP (per il corollario 4 di questa proposizione) per modo, che le altezze PR, MN delle piene sopra il fondo MR restino a un dipresso eguali a quelle, che aveva il fiume ne' siti corrispondenti sopra il vecchio fondo OE; ma nelle parti più vicine alla confluenza, come nel tratto del nuovo fondo RH dovrà alterarsi il pelo delle dette piene per l' impedimento del rigurgito delle nuove acque, le quali richiedendo nella prima sezione IH dei fiumi uniti una tal' altezza di corpo, come a cagion d' esempio IH obbligheranno il pelo NP, che de andare a concorrere con IA nel punto I, o non molto lungi da I a rendersi meno inclinato, che nelle parti superiori, piegandosi come in PI quanto potrà bastare all' equilibrio della forza delle proprie acque colla resistenza delle acque dei due fiumi congiunti (come si avverte nel presente corollario 5) rimanendo tuttavia la cadente del pelo della piena tanto del primo fiume, quanto dei fiumi uniti NPIA tutta più bassa della primiera cadente ACF, siccome il fondo MHL rimarrà tutto più basso del primo fondo OED.

ANNOTAZIONE XII.

(Dopo il coroll. 7 della propofizione 4 § *Tutto ciò*)

SE lo sbocco di mare fosse impedito o in una spiaggia di poco fondo, e che però lasciasse luogo di dubitare, che il prolungamento della linea potesse in breve togliere la necessaria caduta al fiume.

Non si può dubitare, che l'accrescimento di nuove acque in un fiume non possa contribuire a togliere, o a scemare quell'alzamento, che potesse succeder di esso per lo prolungamento della sua linea sboccando egli in una spiaggia di mare di poco fondo, in quanto le dette acque aggiunte debbono per le cose finora dimostrate far'abbassare e lo sbocco, e tutto il letto del fiume. Solo potrebbe alcuno mover dubbio se trattandosi di un fiume torbido aggiunto ad un'altro, potesse col moltiplicarsi la materia terrestre accelerare il prolungamento predetto della linea, e con ciò peggiorar la condizione del fiume. A rimover tal dubbio sia (Fig. 83.) AB il fondo del fiume, in cui si vuole introdurre l'altro, B il suo sbocco in mare. Si tiri l'orizzontale BC, e pongasi, che il fiume AB sia atto colle sue torbide a prolungar l'alveo in un dato tempo v. g. in dieci anni per lo spazio BC, talmente, che dopo tal prolungamento, e in capo al detto termine il fondo dello sbocco si debba esser protratto fino in C, e il fondo tutto del fiume trasportato in CD parallela ad AB. Venga ora introdotto nel fiume AB l'acqua di un'altro fiume ancorchè torbido. Per le cose finora dette è manifesto, che quando sarà seguita la protrazione della linea fino in C (tosto, o tardi, che ciò sia) il fondo dell'alveo comune non potrà trovarsi nella positura DC, ma dovrà averne presa un'altra meno inclinata, come CE qual si conviene alla maggior forza dell'acque insieme congiunte; anzi dovendosi da queste acque abbassare anco il fondo dello sbocco, come in F la vera linea, su cui il nuovo fondo si troverà dopo il detto prolungamento, sarà la FG parallela a CE, la qual linea FG necessariamente taglierà il primiero fondo avanti il prolungamento in un punto O anche più vicino a B del punto I, in cui l'avrebbe tagliato la retta CE (anzi potrebbe anco tal sezione O cadere di sotto al punto B) e taglierà parimente l'orizzontale BC in qualche punto, come in H. Ancorchè dunque si supponga, che per la maggior copia di terra portata dal fiume aggiunto, il prolungamento della linea da B fino in C sia seguito qualche poco più sollecitamente di quei dieci anni, ne' quali si supponeva poter seguire colle deposizioni del solo primo fiume, e avanti l'introduzione delle nuove torbide, nulladimeno è manifesto, che il tratto del nuovo fondo FH resterà assolutamente più basso dell'orizzontale BC non che dell'alveo prolungato DC, e che parimente la parte superiore del nuovo alveo OG dall'intersecazione O al di sopra sarà anch'essa più bassa e dell'alveo primiero AO, e molto più di quell'altro DC, che in que' dieci anni si sarebbe formato; onde in caso, che il punto O cada fra I, e B non vi sarà, che il solo tratto d'alveo OH (cioè quello, che scorrerà fra le nuove alluvioni dove già era mare, o pure assai vicino ad esso fino al punto H) che sia veramente più alto del tratto corrispondente OB, ma tuttavia sempre più basso di tutto il fondo DC, che in quel numero d'anni si sarebbe formato; e però niuno assoluto alzamento sarà seguito nel fiume maggiore di quello, che ne' detti dieci anni sarebbe seguito, anzi nella maggior parte de' luoghi egli si sarà positivamente profondato, e più lungo tempo di que' dieci anni si richiederà a produrre un prolungamento tale, che il punto O, in cui il nuovo fondo stabilito dee incontrare il primiero letto AB, si avanzi all'insù nelle parti più lontane dallo sbocco, e ciò non ostante al di sopra di quel punto il fiume sempre avrà guadagnato in profondità, onde maggiore sarà sempre il beneficio per la forza dell'acqua accresciuta, che il danno per la materia terrea aggiunta al fiume.

Tutto ciò si è detto nel supposto dell'Autore, che il poco fondo della spiaggia dia luogo a temere prolungamento di linea. Per altro dove il mare ha fondo considerabile non segue un tal'effetto,

perocchè le burrasche rimescolando le materie deposte da' fiumi le assorbiscono, e le portano in alto mare. Atteso ciò non si può supporre come pare, che alcuni vogliano, che gli aumenti delle spiagge, o i prolungamenti delle linee de' fiumi siano proporzionali a' tempi, ma si dee aver riguardo alla qualità de' fondi, altrimente vedendosi talvolta prolungate le dette linee in pochi anni qualche centinaja di pertiche si dovrebbe credere, che due mila anni fa il mare giugnesse assai più dentro terra di quello, che veramente sappiamo, che egli vi giugneva.

ANNOTAZIONE XIII.

(Al detto § *Tutto ciò*)

I*Nsomma è necessario un ben pesato giudizio di tutte le circostanze &c.*

Fra le circostanze, che si debbono ponderare per accertarsi se sia espediente l'unione di più fiumi una se ne considera dall' Autore nella prop. 5 di questo capo, ed altre ancora se ne adducono nel capo ultimo del presente trattato. Ma oltre di queste è anco da avvertire, che intanto debbono ne' fiumi uniti seguire quegli affetti di abbassimento, e del fondo, e del pelo, che si sono dimostrati, in quanto la forza delle acque di amendue cospira a produr tali effetti; onde se questi debbono succedere conviene supporre, che le acque predette in quello stato, in cui anno forza di escavare gli alvei, cioè a dire nello stato di loro piena, insieme concorrano, e confluiscano nel letto comune, che è quanto dire, che le escrescenze de' fiumi, che si tratta di unire siano (almeno in qualche grado di considerabile altezza) contemporanee, per modo che l'uno, e l'altro fiume ad un tempo stesso congiunga in quell' alveo le proprie forze a produrre l'escavazione. E però malamente ragionerebbe chi fondandosi sulla dottrina finora esposta volesse applicarla a fiumi talmente disparati, che le loro piene ordinariamente non si incontrassero ad un tempo stesso, e specialmente ove si trattasse di semplici torrenti senza alcun' ajuto d' acque perenni; imperocchè sebbene anco rispetto a questi in un caso, che si dasse di concorso simultaneo di qualche loro escrescenza comincerebbe la natura a produrre quegli effetti, che si sono spiegati; nulladimeno difficilmente in una sola piena potrebbe compirli, e posto, che li compisse, venendo poi in altri casi le piene dell' uno senza quelle dell' altro, si potrebbe perdere tutto il guadagno fatto nel primo caso, anzi si potrebbe peggiorare di condizione a riguardo del dilatarsi, che allora dovrebbe fare la piena d' un solo fiume per una larghezza proporzionata ad amendue i fiumi uniti.

ANNOTAZIONE XIV.

(Al § *Io non intendo*)

I*O non intendo perciò di riprovare le risoluzioni di tutti quelli, che divertiscono acqua da fiumi, siasi per irrigazioni, o per condotta di canali navigabili &c.*

Pare, che l'Autore in questo luogo contrapponga all' unione de' fiumi finora da lui commendata, e mostrata vantaggiosa, la diversione dell'acqua, o sia la diramazione d' un fiume in più alvei, o canali. Quì tuttavia è da ponderare, che propriamente parlando in ordine agli effetti finora accennati all' unione di due fiumi si contrappone più tosto l' esclusione d' un' influente dal suo recipiente (esemplificata poc' anzi da lui medesimo nella rimozione de' torrenti della Romagna dal Pò di Primaro) col mandarlo a sboccare ad altro termine, che la divisione di un solo fiume in più rami. La ragione è, perchè il diramare l' acqua d' un fiume non è propriamente altro, che un dilatarne l' alveo, mentre facendosi un nuovo canale si viene a fare scorrere in maggior larghezza quell' acqua medesima, che passava per minor larghezza, il che può bensì far alzar il fondo al punto della diramazione, gittando ivi un ridosso (come al coroll. 4 della prop. 3. cap. 5) ma non può alzarsi il p. lo superiore, mentre la maggior dilatazione, che si dà all' acqua non permette tal' alzamento, anzi può per qualche tratto all' insù seguire abbassamento, e inclinazione maggiore, dilatandosi anche superiormente il fiume, e sebbene il vecchio alveo

dalla diramazione in giù dovrà anco ristrignersi, tuttavia la somma delle due larghezze sempre resterà maggiore della primiera larghezza; ma quando si devia da un recipiente un fiume solito a sboccarvi non si fa artificialmente alcun cangiamento nella larghezza del recipiente, ma solo sottraendo in esso la forza all' acqua si obbliga egli stesso, e a ristrignersi, e ad alzarsi di fondo (come pur dee seguire nell' influente deviato) e tal' alzamento si dee propagare nell' uno, e nell' altro fiume anco alle parti superiori, e alterare tutta la cadente del fondo con elevarla, e con farne eziandio alzare la superficie, come dalla dottrina di sopra stabilita facilmente si raccoglie.

CAPITOLO DECIMO.

Dell' escrescenze, e decrescenze de' fiumi, e della proporzione, colla quale s' aumentano l' acque de' medesimi.

POchi, per non dir niuno, sono i fiumi, che corrano sempre colla medesima quantità di acqua, senza accrescimento, o diminuzione; se pure non sono canali regolati, ne' quali s' attemperi l' introduzione dell' acqua con diverse fabbriche, o diversivi; il che anche riesce d' una somma difficoltà, particolarmente senza una continua vigilanza, ed assistenza alle macchine regolatrici: gli altri tutti s' accrescono d' acqua per diverse cagioni. Ma quì si dee per maggiore chiarezza distinguere; perchè o si parla della quantità assoluta dell' acqua, o pure della sezione, che occupa nel passaggio, per un dato sito del fiume. Se si parla della *quantità assoluta dell' acqua*, non v' ha dubbio, che questa *si accresce per lo maggiore vigore delle sorgenti; per la quantità delle piogge; per le nevi liquefatte; e per l' acqua de' fiumi influenti &c.* Ma se si discorre dell' area della sezione, che occupa, oltre le predette cagioni, può concorrervi *il ristagno del mare, o de' fiumi maggiori*; ed anche, sebbene insensibilmente, *la forza del vento* contrario alla corrente; *il ristringimento dell' alveo*; e generalmente *tutti gl' impedimenti inferiori*, che levano la velocità al corso del fiume.

L' accrescimento d' acqua ne' fiumi, per causa delle sorgenti più abbondanti, rare volte è repentino; ma per l' ordinario si fa gradatamente, e per lunghi intervalli di tempo; non così quello, ch' è prodotto dalle *piogge*, e dalle *nevi* liquefatte, le quali *fanno cre-*

crescere ad un tratto i fiumi minori, abbenchè (di rado incontrandosi, che i fiumi influenti s'accrescano tutti in un tempo) non procedano a proporzione le piene de' fiumi maggiori. Questi, se hanno lungo tratto, *ponno aumentarsi d'acqua nelle parti più vicine allo sbocco, senz' alterarsi nelle più lontane*; perchè può darsi il caso, che l'acqua delle piogge faccia crescere un fiume influente inferiore, e che, non piovendo nell'istesso tempo in quel tratto di paese, che tramanda le sue acque ad un'altro superiore, questo non si alteri dal suo stato ordinario; siccome può anche succedere, che cresca il fiume nelle parti superiori, e non riceva motivi d'accrescimento da' fiumi inferiori; ma non *perciò saranno esenti dall' escrescenza, le parti più basse dell' alveo*. Ciò d'ordinario succede nella liquefazione delle nevi, la quale facendosi ne' monti più alti solo l'estate, e soffiando il sirocco, i fiumi inferiori, che d'ordinario nascono dalle montagne più basse, nelle quali si disfanno più presto le nevi, non ponno a quel tempo, per mancanza di quelle, aumentarsi; ed ordinariamente, non succedendo l'estate piogge tali, da far correre i fiumi gonfj, ne meno per causa di queste possono, moralmente parlando, venire le piene a' fiumi inferiori. Quindi è, che attemperandosi l'accrescimento d'una causa, col difetto d'un'altra, ha ciascun fiume, siccome tutte l'altre cose, così il suo massimo stato, che non può eccedere naturalmente, cioè a dire i limiti del suo alzamento; ed abbenchè non sia impossibile l'unione di tutte le cause, e l'accrescimento della loro energia, nulladimeno *sunt certi denique fines*, i quali trasgredendosi, succederebbero diluvj irreparabili, come quando s' apprirono le cateratte del cielo, e gli abissi della terra. Resti dunque determinato, che *ogni fiume ha il suo termine d' altezza, oltre il quale non passano le di lui piene maggiori*, ed al quale devono essere superiori le ripe, e gli argini del fiume, acciocchè non succedano innondazioni.

Non è perciò meraviglia, se *le piene de' fiumi minori durano meno di quelle de' maggiori*; perchè, accrescendosi i primi per le escrescenze degl' influenti, che hanno gli sbocchi in poca distanza, l'uno dall'altro, corre poco divario dall' entrata di uno, all'entrata dell' altro; e richiedendosi poco spazio di tempo, per la brevità del cammino, allo scarico dell'acqua introdotta in essi; al cessare della causa produttrice, della piena, cessa altresì, poco dopo, la

la medesima; mà ne' fiumi maggiori, quando anche le cause operanti concorressero tutte in un tempo, i fiumi inferiori più presto si scaricherebbero; dimodochè al sopravvenire della piena cagionata dall'influsso de' fiumi più alti, quelli avrebbero di già smaltite le proprie acque; e perciò non aggiungerebbero, più dell' ordinario, al fiume maggiore; ond'è, che frequentemente s'osserva, che *al cessare della piena dell'ultimo influente, sopravviene quella dell' altro immediatamente superiore*, e mantiene nel fiume recipiente quell'accrescimento, che non può essere effetto dell' influente inferiore; e così procedendo successivamente, chiaramente si vede, che tanto dee durare la piena, quanto basta per dare scarico a tutti i fiumi, che debbono tramandare le loro acque al mare in diverse distanze da esso.

Molto *più durano le piene fatte dal disfacimento delle nevi*, richiedendo queste lungo tempo al loro intero consumo, particolarmente, se esso dee succedere a forza di sole, che non opera egualmente in tutte le parti delle montagne, che hanno le loro facce esposte più, o meno a' raggi di esso; o pure opposte a' medesimi, e sono per lo più tali, che non ricevono il di lui calore, che dopo molte ore del giorno, e lo perdono molte ore prima della sera; quindi è, che *durando lungo tempo lo scioglimento delle nevi, durano a proporzione le piene de' fiumi*, le quali, siccome non arrivano al mare il primo momento, che le nevi cominciano a disfarsi, ma addimandano lo spazio talvolta di molti giorni, ne' fiumi di lungo tratto; così non cessano immediatamente, dopo il totale consumo delle medesime, ma continuano qualche giorno dopo, quanto cioè ricerca l'acqua per arrivare al mare, per lo tratto dell'alveo, nel quale corrono. Da ciò si toglie la meraviglia, che ostentano alcuni, nel veder venire talvolta le piene de' fiumi a ciel sereno, e senza pioggia veruna, per ispiegare il quale effetto, hanno indotte cause occulte, ricorrendo agl' influssi delle stelle, ed alle cause universali.

Succede anche talvolta, che *ne' siti alti d'un fiume venga una piena considerabile, e nelle parti inferiori non porta motivo di farvi sopra alcuna riflessione* tanto riesce ella moderata; ciò succede, se la piena è fatta da' soli fiumi influenti superiori; perchè ne' proprj alvei, e nel tronco comune, può darsi il caso, che formino una sezione assai alta; ma arrivando ne' siti dell'alveo più dilatato,

to, e non occupato in quel tempo dalle piene de' fiumi inferiori; è necessario, che, per la larghezza della sezione, s'abbassi la superficie dell'acqua; e perciò non renda considerabile la piena. Ne' fiumi temporanei s'accoppia alla predetta, un'altra causa dell'effetto medesimo; ed è, che incontrandosi dopo una gran siccità, che il fiume s'accresca d'acqua, una parte di questa può essere imbevuta dal fondo, e dalle sponde dell'alveo, e fare l'effetto medesimo, che alle volte fanno le voragini incontrate per istrada da' fiumi; bisogna però, che l'acqua imbevuta dal terreno, abbia qualche manifesta proporzione a quella, che resta, acciò succeda l'effetto sensibile; che perciò non può osservarsi, che ne' fiumi piccioli, e nelle piene di poca durata.

Quando un fiume entra a correre nell' alveo d' un' altro, se questo avrà il fondo, e le sponde stabilite, e proporzionate all'acqua di tutti gli altri fiumi, che dentro vi mettono, non v'è dubbio, che *farà crescere l' altezza della di lui acqua più, o meno, secondo lo stato, in che lo troverà.* E' regola universale, ch' **entrando i fiumi influenti in acqua bassa del recipiente, accrescono l' altezza di questo più, che non fanno in acqua alta*, inmanierachè il minimo accrescimento succede nelle piene più grandi del recipiente; e ciò, supposta la medesima quantità della piena dell' influente; quindi è, che *a stimare gli alzamenti, che fa un fiume in un' altro, è necessario considerare lo stato di quello, che lo riceve:* similmente, *se un fiume influente entrerà, colla sua piena torbida, in acqua bassa del recipiente, farà interrimenti nell' alveo di questo*, sì nel fondo, che nelle spiagge; ma tali interrimenti, siccome si fanno nel proprio alveo da ciascun fiume, per causa delle piene minori, e nelle maggiori si consumano; così al sopravvenire d' una piena più grande nel recipiente, tutti gl' interrimenti fatti dalla piena dell' influente, immediatamente si levano nell' atto di crescere, ch' ella fa successivamente; onde non è buon' argomento, per determinare, se un fiume interrisca l'alveo di un' altro, quello, che si fonda sopra l' osservazione degli effetti delle piene dell' influente. Per altro tali interrimenti non s'osservano, quando il fiume influente entra in acqua alta del recipiente, se l' altezza sia viva, e non indebolita dal ristagno del mare, o altro.

* Annot. I.

* *Entrando un' influente pieno in un recipiente basso*, e cagionandovi, come si è detto altezza considerabile, non solo si volterà verso

* Annot. II.

il

il mare; ma *può darsi il caso, che rigurgiti all' insù per l' alveo del recipiente, fin dove arriva l' orizzontale dell' altezza da lui fatta*; ciò però sarà vero, quando, o il recipiente non avesse acqua di sorte alcuna; o pure così poca, che non potesse superare, colla sua acqua, sopravvegnente nel tempo dell' alzamento, il rigurgito dell' influente; ed in questo caso, abbenchè nella parte inferiore succedano interrimenti, non però si faranno nella parte superiore; perchè l' acqua del recipiente ristagnata, obbligherà tutta la torbida a voltarsi all' ingiù; ma per altro, non potendo essa impedire il rigurgito, s' interrirà l' alveo anche nelle parti superiori, che però tornerà al suo essere primiero sopravvenendo la piena del recipiente. Quest' effetto s' osserva nel Pò di Primaro allo sboco del Santerno, le piene del quale anticipando, di molte ore, quelle degli altri fiumi superiori (trattenuti di più, e ritardati dallo svagamento, che hanno per le paludi) rigurgitano per l' alveo del Pò predetto per molte miglia, correndo all' insù, quando trovino le acque basse, ed interrendo l' alveo del medesimo; ma, venendo le piene in acqua alta, non si fa rigurgito di sorte alcuna, e facendosi picciolo l' alzamento del pelo del recipiente, nel sito dell' introduzione, * poco anche, o niuno è il ristagno, e l' elevazione dell' acqua del recipiente nelle parti superiori: che perciò sempre si rende minore, quanto più si scosta dallo sbocco, sino a farsi insensibile in poco spazio.

*Annot. III.

La medesima diminuzione d' altezza di pelo d' acqua, si fa nell' alveo del recipiente, alla parte inferiore dello sbocco; perchè andando la cadente del pelo dell' acqua bassa ad unirsi colla superficie del mare, ed il simile dovendo fare la cadente del pelo della piena, è necessario, che la distanza di queste due linee concorrenti (le quali ogni ragion vuole, che siano congeneri, e simili) si faccia minore, quanto più si avvicinano al punto del concorso, cioè alla foce; e perciò * *l' altezza aggiunta dalla piena sopra il pelo del recipiente, è maggiore in faccia allo sbocco, e poi sempre si fa minore, quanto più la piena s' accosta al mare*; e conseguentemente non vi è necessario tanto di ripa, o d' argine per contenerla.

*Annot. IV.

Le piene maggiori dell' istesso fiume, osservate nell' istesso sito, *sono sempre più veloci delle minori*; e se qualche volta si vede il contrario, ciò è segno, che la piena non è veramente maggiore, benchè tale apparisca, a causa de' ristagni inferiori; posciachè * *il segno*

*Annot. V.

gno della grandezza reale delle piene non è l' altezza sola dell' acqua, ma piuttosto la velocità, ed inclinazione maggiore del pelo della medesima; mentre è certo, che restando la superficie del mare sempre nello stato medesimo, allora potranno ben dedursi le piene maggiori dalla maggiore altezza, che però sarà sempre congiunta con maggiore velocità, ed altresì, con maggiore inclinazione di superficie; ma *crescendo l' altezza dell' acqua per lo ristagno del mare, e non crescendo la piena, allora la velocità si ritarda*, e la superficie dell' acqua si rende meno declive. Non devono perciò annoverarsi tra le piene tutti gli alzamenti dell' acqua; mentre questi possono essere effetti anco degl' impedimenti inferiori.

Abbiamo detto di sopra, *essere proprio de' fiumi maggiori, l' avere le piene di più lunga durata*, e ne abbiamo assegnata la causa, che è il diverso tempo dell' introduzione de' fiumi influenti colle loro piene nell' alveo comune; e la medesima ci fa conoscere, che *i fiumi maggiori non passano dallo stato basso al maggior segno della piena con quella celerità, che fanno i fiumi minori*, attesa la differenza maggiore del tempo, che intercede tra l' arrivo d' un fiume influente, e quello di un' altro, il quale ne' minori, e ne' torrenti, è poco meno, che contemporaneo; e perciò particolarmente gli ultimi, arrivano colle piene così improvvisamente, che non danno tempo molte volte a' passaggieri, i quali s' incontrano a passarli a guado, di porsi in salvo; ma v' è ben' un' altra, anche più potente ragione, cioè, che *aumentandosi* successivamente *i fiumi con uguale quantità d' acqua somministrata in tempi eguali, non s' accrescono ugualmente in altezza*; ma maggiori sono sempre gli alzamenti sul principio, che sul fine, in maniera che un palmo di elevazione aggiunta ad un fiume già gonfio d' acqua, può essere effetto di una causa tre, o quattro volte maggiore di quella, che può accrescere all' acqua bassa due, o tre palmi di altezza; quindi è, che le piene sul principio si vedono crescere più sollecitamente; e perciò un fiume, che s' alzi nelle piene, sette, o otto piedi, arriverà al suo colmo in poche ore; ed un' altro, le cui escrescenze s' elevino a quindeci, o sedici piedi, stenterà ad arrivarvi in molte giornate.

Colla medesima proporzione dell' accrescimento, succede il decrescimento de' fiumi; posciachè quelli, che crescono poco, e sollecitamente nelle piene, anche presto si sgonfiano; ma gli altri, che spen-

ſpendono molto tempo per arrivare al ſommo della piena, durano più a mantenerſi in tale ſtato; perchè ſiccome l' accreſcimento di molt' acqua in un fiume pieno, non fa, che una picciola elevazione, così la detrazione di altrettanta, non fa, che un ſimile abbaſſamento.

Sono più frequenti le piene maggiori in un fiume minore, che in un maggiore; e la ragione ſi è, ch' è più facile l' incontro di poche cauſe in operare, ciaſcheduna nel ſuo ſommo vigore, di quello ſia l'unione di molte; onde, dipendendo le piene maſſime de' fiumi grandi dal concorſo di più fiumi influenti, è difficile, che s' incontrino tutti a portare ſucceſſivamente, ed in tempo proporzionato le loro piene nell' alveo del recipiente; ſiccome è difficile, che le piogge s' incontrino a cadere, e le nevi a disfarſi, in un tempo medeſimo, in tutti i luoghi d' un paeſe vaſtiſſimo, e molte volte di clima differente, come è quello, che occupa il corſo d' un fiume reale: all' incontro in un fiume picciolo, che comincia, e finiſce in una provincia, è facile l' unire due, o tre fiumi influenti, a creſcere nell' iſteſſo tempo; e perciò a cagionare una piena, anche maſſima nel recipiente.

Hanno i fiumi certi tempi determinati, ne' quali, per lo più, ſuccedono le maggiori eſcreſcenze di tutto l' anno; poichè altri ſi gonfiano la primavera, e l' autunno, altri, reſtando baſſi tutto il reſto dell' anno, s' accreſcono ſolo l' eſtate; e ciò dipende dalle cauſe delle piene maggiori, operanti più in un tempo, che in un' altro; poſciachè *quelli, che s' ingroſſano per lo disfacimento delle nevi, hanno le loro piene a quel tempo, che regnano gli ſirocchi, o altri venti caldi*, che, in queſto noſtro clima, ſuccede qualche volta l'inverno, ma per lo più ne' meſi di marzo, e di aprile; ma ne' luoghi più alti, non baſtando lo ſirocco, e richiedendoſi accoppiato il fomento de' raggi ſolari, ſi prolunga la liquefazione delle nevi, a' meſi di maggio, e di giugno: *I fiumi* poi, *che ſi gonfiano per le piogge, hanno le loro maſſime piene l' autunno*; perchè a quel tempo cominciano le piogge più frequenti, e durevoli. *I torrenti di poco corſo ſi vedono più gonfj l' eſtate, e nella primavera*; quando, cioè, per cagione de' temporali, cadono le piogge più impetuoſe, ed abbondanti, abbenchè di minore durata; e non ſarà difficile a chi ſi ſia, conſiderando la cagione delle piene, ed il tempo, nel quale dette cauſe ſi rendono più efficaci il dedurre

an-

anche in qual tempo succedano le massime piene d'un fiume.

Molti fiumi però *hanno dell' escrescenze sregolate, delle quali non si vede alcuna manifesta cagione;* ponno però procedere da cause meno cognite, siasi, o perchè rendasi difficile l'indagarle; o pure, perchè la lontananza del luogo, dov' esse operano, induca un' ignoranza, che gli uomini non curano di levarsi, col disagio de' viaggi; tali sono le innondazioni del Nilo, del Tevere, e d'altri fiumi, delle cause delle quali vanno anche in traccia i filosofi, e gli architetti delle acque, senza averle potute finora accertare. Generalmente perciò pare, che non possa crescere l'altezza dell'acqua in un fiume, se o non s'accresce il di lei corpo, o non si scema la velocità; onde, per dire qualche cosa nel particolare di dette innondazioni, sarà bene discorrere sopra l'uno, e l'altro di questi capi.

L' accrescimento del corpo d' acqua si fa, o perchè le fontane ne somministrino in maggiore abbondanza; o perchè le piogge discendano più furiose; o perchè le nevi siano più copiose; o perchè le medesime si disfacciano con maggiore celerità. Queste ultime cause si rendono patenti per osservazione immediata; poichè ognuno può bene giudicare della quantità della pioggia, dell' altezza delle nevi, e della prestezza del loro scioglimento; può anche conoscere l'abbondanza delle sorgenti, quando queste sono manifeste, come quelle, che danno l'origine a' fiumi; ma perchè ve ne ponno essere anche di quelle, che siano ignote; *può darsi il caso, che senza disfacimento di nevi, senza pioggia, senza aumento d' acqua alle sorgenti del fiume, il di lui corpo s' accresca.* Ognuno, che sia versato nella osservazione de' fiumi, o pratico delle storie di essi, sa, trovarsi alcuna volta negli alvei de' medesimi, delle voragini, alcuna delle quali assorbisce l'acqua di essi, e fa scemarla; ed alcun' altra ne somministra loro della nuova, e fa accrescerla: di queste voragini se ne trovano anche nel mare, ed è famosa quella di Norvegia, che sei ore riceve l'acqua, e sei altre la rigetta; così la cariddi di Sicilia &c. e tra quelle de' fiumi si annoverano quelle del Danubio, alcune delle quali ingojano, ed altre vomitano l'acqua; e se non altro, si trovano nella superficie della terra delle aperture, che ricevono tutta l'acqua di fiumi grandi; ed altre, dalle quali scaturiscono fiumi interi; perciò può darsi il caso, che nell' alveo di qualche fiume, sempre coperto dall' acqua, o nel fondo di qualche lago,

Pp vi

vi sia alcuna di queste voragini, la quale, per la maggior parte del tempo, assorbendo le acque (e perciò mantenendole sempre basse) cessi, per qualche giorno, dal suo solito ufficio, e cagioni piene non prevedute: o piuttosto, che dalla medesima scaturisca un' abbondanza di acqua così grande, ed insolita, che aumentando quelle del fiume, le obblighi a gonfiarsi straordinariamente.

Io non ardisco di asserire, che la causa delle innondazioni del Tevere, sia di questa natura; ma quando sussista ciò, che vien riferito da qualche Autore, cioè, essere accadute innondazioni spaventose a ciel sereno, in calma di mare, senza venti, e senz. nevi alle montagne; crederei giusto il motivo di dubitare, che le sorgenti, o coperte, o scoperte, ne fossero stata la causa, e che tornasse a conto l'accertarsi, se nell' alveo, o del Tevere, o de' tributarj di esso, vi sia alcuna voragine di tal natura. Egli è certo, che nell' alveo de' fiumi, che sono assai profondi, si manifestano sorgive; e di fatto, in tempo d' acque basse, si vedono grondare dalle ripe de' fiumi debolissime scaturigini d' acqua; ma di queste, in caso simile, non se ne tien conto veruno; siccome non si fa caso del consumo dell' acqua, che succede, come si è detto ne' temporanei, quando venendo le piene, e trovando l' alveo asciutto, una parte dell' acqua resta imbevuta dalla siccità della terra, che l' attrae anco molto da lontano; e perciò alle prime piene dell' autunno, si vedono ravvivare le vene de' pozzi, e le sorgive delle campagne: sono però queste apparenze nient' altro, che un picciolo modello di ciò, che operano gli assorbimenti più grandi, e le sorgenti più gagliarde esistenti ne' letti de' fiumi. Si potrebbero addurre molte cagioni, per le quali le predette voragini ponno non operar sempre nella stessa maniera, o assorbendo, o rigettando l' acqua; ma perchè questo non è il principale oggetto di questo trattato, tralasciando di far ciò, passeremo a considerare l' accrescimento dell' altezza dell' acqua, per la diminuzione della velocità.

Le cause, che ritardano la velocità de' fiumi, sono l' elevazione del pelo del recipiente; la direzione del moto di esso, opposta a quella del filone dell' influente; il vento contrario; il ristringimento dell' alveo; e tutti gl' impedimenti inferiori. Dell' elevazione del pelo del recipiente, e della direzione opposta allo sbocco, abbiamo parlato abbastanza, trattando delle foci; e perciò tralascieremo di discor-

rer-

rerne quì. Rispetto alla forza del vento, questa dee considerarsi in due stati; perchè, o ella s'esercita per una linea paralella all' orizzonte; *ed allora poco toglie di velocità all' acque del fiume*, potendo al più, ritardare quella sola, ch'è nella superficie; e perciò non mai si vede, che il vento cagioni elevazione sensibile nell' acque correnti; ma solo un certo increspamento, che fa credere a' poco pratici, che il fiume corra all' insù, attribuendo essi a tutta l'acqua quel moto, che vedono nell' alzamento successivo dell' onde: ovvero la direzione del vento è inclinata al piano orizzontale, e *non v'ha dubbio, che secondo la diversa inclinazione, e la forza, ch' ha in essa, non possa produrre effetto più manifesto*, facendo l'onda del fiume più elevata; ed in ciò forse consiste tutto l'alzamento, che può fare la direzione, e la forza del vento; ma perchè *il vento più inclinato all' orizzonte*, meno si oppone alla corrente; perciò anco *meno opera in ritardarla, almeno nelle parti inferiori*, le quali si fa per prova, anche ne' mari più borascosi, non risentire il moto delle tempeste; anzi vi è, chi crede, portarsi la parte inferiore dell' onde, con moto contrario a quello del vento. Quindi è, che *per cause delle grandi innondazioni de' fiumi, non ponno accusarsi i venti*, se non quanto fanno elevare la superficie del mare, dentro il quale devono avere i fiumi l'ingresso. Finalmente il ristringimento dell' alveo, e gli altri impedimenti inferiori, o sono perpetui; ed in tal caso operano, anche fuori del tempo delle piene; o pure sono accidentali, e temporanei; e rade volte s'incontrerà, che siano di tal forza, che possano fare elevare notabilmente l'acque del fiume, ed in ogni caso è da considerarsi la loro qualità, per potere adeguatamente discorrerne.

Abbiamo di sopra addotto per regola, che le piene de' fiumi escavino il loro letto, quando si trova interrito dalle piene minori, o da altra cagione; tale proposizione però si dee intendere in termini abili; perchè *si danno de' casi*, tutto che accidentali, *ne' quali le piene maggiori fanno delle deposizioni nel loro letto*, che non sono fatte da altre minori. Per esempio, una piena mezzana d'un fiume, che sgorghi nel mare, in tempo della di lui somma bassezza, potrà, o profondarsi il letto; o pure mantenerselo espurgato, il che non farà una piena maggiore, che trovi il mare borascoso; mentre ritardato il moto alle di lei acque, si deporrà nel fondo la materia più pesante; la quale, cessando il ristagno, e continuando la

la piena, o sopravvenendone un'altra, di nuovo si solleverà, e sarà portata al suo termine. La diversità parimente delle direzioni, che hanno le acque di un fiume, durante una piena maggiore (che nel diminuirsi di essa, riducendosi l'acqua ad un solo filone, si toglie) è cagione, che nelle piene più grandi, contrastando una direzione coll'altra, e per conseguenza rallentandosi il moto, si deponga qualche materia arenosa; ma cessando il contrasto predetto delle direzioni, e perciò obbedendo l'acqua ad una sola di esse, riacquista il moto, che prima avea perduto, e la materia deposta, di nuovo viene incorporata all'acqua, e portata altrove.

Lo stesso accade al cessare repentino dell'abbondanza dell'acqua, che forma la piena, perchè essendo dalla violenza precedente rapita qualche materia pesante, e portata a seconda del fiume, mancando d'improvviso la forza, che la sosteneva, cade in un tratto al fondo, e cagiona dossi, l'elevazione de' quali sopra il piano del fiume, porta seco un'inclinazione di superficie, molte volte maggiore di quella, che può sostenere la corrente dell'acqua bassa, senza corrosione; e perciò, non rare volte, s'osserva essere corroso il fondo del fiume, o piuttosto riportate via dall'acqua bassa dopo la piena, le deposizioni fatte nel tempo di essa. I ribalzi fatti in tempo di piene dal fondo alla superficie, e che cessano sminuendosi la velocità dell'acqua, (siansi essi prodotti, o da impedimenti sollevati sopra il piano del fiume; o da' gorghi, che rivomitino l'acqua per una direzione inclinata all'orizzonte) fanno gli effetti stessi, che il contrasto delle direzioni moltiplicate; e perciò anche in questo caso ponno succedere delle deposizioni, le quali nel cessare della piena, di nuovo si tolgano. Da queste osservazioni sono stati persuasi alcuni, che i fiumi torbidi interriscano tanto più, quanto sono maggiori, e che i fiumi chiari sempre scavino; ma da ciò, che abbiamo detto circa lo stabilimento degli alvei, chiaramente apparisce, che questi sono effetti di cause accidentali, e che le deposizioni, e l'escavazioni nascono da altro principio, che dalla torbidezza, non bastando la presenza della causa materiale, ma ricercandosi di più l'efficiente, per produrre un'effetto.

Tra gli effetti delle piene si contano le corrosioni delle ripe, e degli argini, e le rotte de' medesimi. Della generazione delle prime abbiamo detto, quanto occorreva *nel cap. 6.* solo si dee avvertire,

tire, che le corrosioni non sono un' effetto derivante da' soli moti, e direzioni del fiume; ma molte volte vi concorre la gravità della terra, la quale privata del suo fondamento nelle parti più basse della ripa, supera col suo peso, l' aderenza delle proprie parti, e staccandosi dal restante, cade nel gorgo sottoposto, nel qual luogo macerata dal continuo corso del fiume, si scioglie in picciole particelle, ed incorporata all' acqua, viene portata altrove; quindi è, che nel maggior vigor delle piene scalzandosi il piede delle sponde, si toglie il sostegno inferiore alla terra; ma essendovene un laterale, cioè l' altezza dell' acqua, che fa spinta contro *la ripa*, e tiene in qualche modo unite le parti della terra, questa *durante la piena si sostiene*, *ma nel calare della medesima si vede dirupare*, *e manifestarsi la corrosione*; e quindi è, che le ripe, che stanno a perpendicolo sul pelo dell'acqua, sono più facili a corrodersi; e perciò *utile è il consiglio di quelli*, *che scaricano le ripe de' froldi*, cioè, che le dispongono ad un piano inclinato all' orizzonte; sì perchè questa situazione più resiste all' impeto del fiume; sì perchè le corrosioni inferiori non cagionano così grande staccamento di terra nelle parti superiori della sponda; sì finalmente, perchè la terra levata dalla ripa può servire, occorrendo, per rinforzo dell' argine alla parte esteriore.

Le corrosioni grandi, se non s' ha tempo, e forza d' impedirle, o di provvedervi, *in un fiume incassato altro non fanno*, *che renderlo sempre più tortuoso*, mutargli la via del filone, e per conseguenza trasportare più alto, o più basso il vertice della corrosione; ma *ne' fiumi*, *che addimandano argini*, *sono causa delle rotte de' medesimi*, e delle innondazioni ad esse susseguenti. Non ostante però, che *la corrosione* anteceda qualunque rotta, *non è* quella *sempre la principal causa di questa*; posciachè il sormontare, che fa l' acqua il piano superiore degli argini; il trapellare per li pori della terra, che li compone; l' impeto laterale contro argini deboli, che ponno esser tali, o per la qualità della terra, o per la loro strettezza; e mille altre cagioni, ponno concorrere a rovinarli. Pertanto nelle rotte si osservano comunemente varj effetti, i quali, o sono comuni a tutte le rotte, o ricevono qualche particolarità, secondo la diversità delle cause, dalle quali procedono. Gli effetti adunque sono...

Prima. *Lo scemarsi repentino della piena*, *nelle parti superiori del fiume*,

fiume, più, o meno, a misura della maggiore, o minore felicità dello scarico, che ha il fiume per essa. * Questo effetto nasce da ciò, che si è detto di sopra, cioè, che le sponde del fiume fanno considerabile resistenza al corso dell' acqua, e che quella inferiormente ritardata, dà occasione alla maggior' elevazione, non solo del proprio corpo, ma anche di quello dell' acqua superiore; levata perciò la resistenza della ripa, a causa della rottura dell' argine, e della libera espansione per le campagne, necessariamente l' acqua si rende più veloce (al che concorre, anche alle volte, la caduta precipitosa, che si trova al di sotto della rotta medesima) e perciò abbassandosi di pelo, permette, che la superficie del fiume nella parte superiore, anch' essa, si disponga ad un simile abbassamento. Effetto simile è stato dimostrato dal Signor Lorenzo Bellini insigne medico, e matematico fiorentino, e famosissimo per le sue opere ricevute dal mondo con tanto applauso, dovere succedere nella cavata del sangue dalle vene, e dall' arterie degli animali, avendo una grande analogia il corso del sangue per li proprj vasi, a quello dell' acque per gli alvei de' fiumi, ed equivalendo l' apertura della vena alla rottura di un' argine; siccome con questo simbolizzano le tuniche de' vasi predetti; il che ho voluto in questo luogo motivare, acciò appaja, non essere così disparate, le dottrine idrostatiche dalle mediche, anco pratiche, com' altri per avventura si crede; anzi essere affatto necessarie le prime, a chi vuol ben' intendere in molte parti le seconde, come spero di far vedere a suo tempo, applicando molte notizie desunte da questo trattato, alla fisiologia medica, ed alla dottrina de' mali particolari.

*Annot. VI.

Il secondo effetto delle rotte de' fiumi è, che *nelle parti inferiori alla rotta, il corso dell' acqua si rende più tardo*; e ciò nasce dallo scemarsi, che fa l' acqua in quel luogo, divertita al di sopra, per l' apertura della rotta medesima.

Terzo. Perciò *al di sotto delle rotte, i fiumi torbidi fanno qualche deposizione, o dosso*, effetto del moto, reso più languido.

Quarto. E per lo contrario, *al di sopra succede maggiore escavazione nel fondo, e maggior corrosione nelle ripe*, procedente dalla velocità maggiore del corso; il che tutto maggiormente s' osserva nelle rotte, che si chiamano *in cavamento*, cioè in quelle, nelle quali la sponda è corrosa, e portata via, fino sul fondo del fiume;

me; e più particolarmente, se il fiume avrà maggiore felicità di esito per la rotta, che per lo sbocco naturale.

Quinto. *Non solo nelle parti inferiori si rallenterà il corso dell' acqua; ma anche potrà rivoltarsi all' insù*, particolarmente, se di sotto alla rotta, entrerà in vicinanza qualche fiume influente, l' acque del quale, può darsi il caso, che o tutte si portino a scaricarsi per la rotta; o pure si dividano, scorrendo parte verso la rotta, parte verso la foce.

Sesto. *In caso, che le acque del fiume influente inferiore scorrano tutte per la rotta, si muterà la cadente dell' alveo inferiore inclinandosi al roverscio*, cioè verso la rotta, non con la declività propria del fiume recipiente; ma bensì con quella, che compete all' influente;* ciò però non può succedere perfettamente, che col progresso del tempo, qualora tal cadente debba farsi per deposizione; ma se essa dovrà farsi per escavazione (come quando la rotta succede nella sponda d'un fiume, che abbia il fondo notabilmente elevato sopra il piano delle campagne) allora poco tempo si richiede a formare, quasi del tutto, tale cadente, ed in questa circostanza, può darsi il caso, che poco dopo seguita la rotta, l' acqua del fiume influente si rivolti tutta a correre per essa, ed abbandoni il letto inferiore; non già così, quando la cadente si dee fare per interrimento; poichè sul principio l' acqua dee scorrere bipartita, abbenchè dopo, alzandosi colle deposizioni l' alveo inferiore al fiume influente, a poco a poco, sia per escludere il corso dell' acqua per esso, o in tutto, o in parte, secondo la diversità delle circostanze.

*Annot. VII.

Settimo. *Sintantochè dura la libera dilatazione dell' acqua uscita dalla rotta, saranno manifesti, e dureranno, fino a stabilirsi, gli effetti predetti*, e la rotta medesima si dilaterà a misura del corpo d' acqua, e della velocità del di lei corso; ma quando, o comincierà a riempirsi la vastità del sito, nel quale ebbe prima lo sfogo; o pure quando le alluvioni comincieranno a formare le sponde all' acqua corrente della rotta, comincieranno gli effetti medesimi a mancare; e perciò il pelo delle piene comincierà ad elevarsi; il fondo scavato ad interrirsi di nuovo; il corso dell' acqua accelerato a ritardarsi; il ritardato ad accelerarsi &c. Quindi nasce l' errore di molti, i quali si danno a credere, che gli effetti immediatamente susseguenti alle rotte, siano per continuar sempre, se si lasci,

che

che i fiumi corrano liberamente per esse; e di questa natura è quello, che saviamente corresse il P. Castelli *al corol.* 13 *della sua misura delle acque*. Per altro egli è evidente, che gli effetti delle rotte devono cessare, chiuse, che elle siano; perchè cessata la causa, cioè l' apertura dell' argine, è di necessità, che manchino ancora i di lei prodotti.

Ottavo. *Quando l' acqua delle piene sormonta gli argini*, e cadendo dall' altezza di essi per lo pendio loro esteriore, li corrode, e facilmente li rompe, *si forma un gorgo a' piedi dell' argine aperto*, che impedisce il prendere la rotta, cioè il rifar l' argine nel sito primiero, il che succede anco sempre ne' fiumi, che hanno il letto superiore al piano delle campagne.

Nono. Ma *quando l' argine si rompe alla prima nel mezzo*, il che succede specialmente, quando, o l' argine è troppo debole, o la corrosione si avanza gagliardamente ad indebolirlo, o pure quando l' acqua, insinuandosi per li di lui pori, comincia a dilatarli, ed a farsi strada per essi, *allora il gorgo si forma più lontano dall' argine nella campagna*.

Decimo. *E se potesse darsi il caso, che l' argine fosse rotto senza alcuna caduta d' acqua*, come qualche volta succede nelle rotte degli argini di poca altezza, e di molto superiori, colla sua base al fondo del fiume; in tal caso *non si genererebbe gorgo veruno*, spandendosi l' acqua quietamente per le campagne.

Undecimo. *Quando si osserva, una rotta avere generati più gorghi in diversa distanza dall' argine, allora*, prescindendo dalle altre cause, che ponno produrli, *è necessario, che l' argine sia stato rotto in diversi tempi*, cioè prima più alto, e poi più basso, o al contrario; *o pure, che l' acqua ribalzata dal primo gorgo, ne abbia formato un' altro*, il qual'in tal caso sarà molto minore del più vicino all' argine.

Duodecimo. *L' acqua, ch' esce dalle rotte, sul principio corre bensì velocissima*, effetto, e della caduta abbondante, che trova in essa, e della dilatazione immediata; *ma dopo breve tratto rallentandosi il moto*, e perduta la direzione, *si allarga per le campagne*, portandosi a riempire i luoghi bassi, che trova; e rigurgita anche all' insù, sino a formare il livello alla propria altezza, la quale si rende sempre maggiore, sintantochè, trovando l' acqua esito proporzionato a qualche parte, si pareggi l' entrata con l' uscita, ed allora non si fa più altro alzamento. Quindi è, che la direzione ricevuta, nell'

nell' uſcire della rotta, ſpinge bensì l'acqua per qualche tratto a traverſo della campagna, facendola anche ſormontare ſiti alti, quali non toccherebbe, voltata che foſſe la rotta, anche in quel ſito, ad altra parte; ma tal'effetto non ſuccede, che in poca diſtanza, mentre, peraltro, l'acqua ſi porta a correre verſo quella parte, dove maggiore è la caduta della campagna, maggiore l'apertura; e per conſeguenza più facile l'eſito, concorrendo anche a ciò la continuazione de' foſſi, e degli alvei degli ſcoli delle campagne.

Per quello, che appartiene alla proporzione, con cui s'aumentano l'acque de' fiumi nelle piene, è dimoſtrato dal Caſtelli *alla prop. IV.* del primo libro della miſura delle acque correnti, che, *ſe un fiume entrerà in un' altro fiume; l'altezza del primo nel proprio alveo, all' altezza, che avrà nell' alveo del ſecondo, avrà la proporzione compoſta delle proporzioni della larghezza dell' alveo del ſecondo alla larghezza dell' alveo del primo, e della velocità acquiſtata nell' alveo del ſecondo a quella, che avea nel proprio, e primo alveo*, ed alla *prop. V. Se un fiume ſcaricherà una quantità d' acqua in un tempo, e poi li ſopravverrà una piena, la quantità dell' acqua, che ſi ſcaricherà in altrettanto tempo della piena, a quella, che ſi ſcaricava prima, mentre il fiume era baſſo, avrà la proporzione compoſta della velocità della piena, alla velocità della prima acqua, e dell' altezza della piena all' altezza della prima acqua*; e finalmente alla *prop. VI. Se due piene, eguali del medeſimo torrente, entreranno in un fiume in diverſi tempi, le altezze fatte dal torrente nel fiume, avranno fra loro la proporzione reciproca delle velocità acquiſtate nel fiume.*

Tutte queſte propoſizioni ſono vere in teorica; ma egli è ben molto difficile in pratica di rinvenire la proporzione della velocità d' un fiume nel proprio alveo a quella, che acquiſta nell' alveo di quello, al quale s' uniſce; la quale proporzione, nell' uſo della quarta, e ſeſta propoſizione, indiſpenſabilmente ſi richiede, per determinare l'altezza, colla quale corre il fiume influente per l'alveo del recipiente. In oltre, nella pratica della quinta propoſizione, che pure è veriſſima, ſi ricerca la proporzione, colla quale creſcono le velocità al creſcere delle altezze, ed effetto di determinare quella, che hanno inſieme le velocità del fiume alto, e baſſo; e queſta non cammina della ſteſſa maniera ne' canali orizzontali, e negl' inclinati, ne' quali ha luogo l' accelerazione del mo-

moto per cagione della discesa, essendo per altro difficile, anzi impossibile, il rinvenire detta proporzione col mezzo dell' esperienza, o di galleggianti trasportati dalla corrente, o di liquori colorati, framischiati all' acqua; poichè egli è fuori d' ogni dubbio, che le parti dell' acqua d' un fiume corrono con velocità differenti; o si desuma la diversità dalla larghezza, o dall' altezza della sezione.

*Ann. VIII. Per avvicinarsi dunque più al vero, * io stimo, si debba ricorrere alla misura dell' acqua, che porta in un dato tempo la piena d' un fiume influente, insieme con quella del recipiente; e figurandosi, che debbano correre unite, adattare la velocità di tutto il corpo alle condizioni dell' alveo del recipiente, per quindi rinvenire l' altezza, che in esso può fare l' influente. Poichè egli è certo, che un torrente, che corra per un'alveo di gran pendio, e perciò con gran velocità di discesa, farà una picciola sezione nel proprio letto; ma portando quantità grande di acqua in un fiume, che corra con poca caduta, potrà fare in esso, alzamento di acqua considerabile; ed all' incontro un fiume influente di poca velocità nel suo alveo, abbenchè abbia per tal cagione grande altezza di corpo, poca ne aggiungerà a quella del recipiente, se questo avrà considerabile pendenza, e perciò molta velocità. Egli è ben vero, che, per l'ordinario, i fiumi corrono, non con la velocità della discesa, ma bensì con quella, che imprime loro l' altezza del proprio corpo; e perciò in casi di tal natura si può senza scrupolo di errore considerabile (particolarmente avendosi le necessarie avvertenze) valere di questa proposizione. * *Se un fiume crescerà per una piena sopravvegnente, la quantità dell' acqua prima della piena, a quella della piena, avrà la proporzione composta della proporzione delle altezze, e della dimezzata delle altezze medesime*; * e conseguentemente può aver luogo la regola addotta da noi alla *proposizione VIII. del lib. III. della misura delle acque*; le quali proposizioni, sebbene si devono intendere in termini astratti, e prescindendo da ogni sorte di resistenze: nulladimeno però, perchè è meglio, che l' errore porti piuttosto qualche cosa di più, che di meno; egli è certo, che in fatti correndo i fiumi con molte resistenze alle loro velocità, queste, in parità di circostanze, vengono sempre più impedite negli alvei minori, che ne' maggiori; e calcolandosi la proporzione dell' acqua de' primi a quella de' secon-

Annot. IX.

Annot. X.

condi, maggiore di quella, che realmente sia; ne nasce altresì l'alzamento fatto nel fiume influente, qualche poco maggiore del vero.

A vantaggio della medesima proporzione sta l'ampiezza delle golene, che ne' fiumi maggiori è assai grande, la quale allargando la sezione nella parte superiore, contribuisce a rendere l'altezza reale, tanto minore di quella, che nasce dal calcolo. Per evitare però questo secondo errore, buon consiglio sarà (quando non si abbiano regolatori, che formino una sezione ben giusta) quello di prendere le misure dell'altezza, e larghezza dell'uno, e dell' altro fiume nelle sezioni più anguste di essi; essendo certo, che correndo per esse, egualmente, che per tutte l'altre più larghe, la medesima quantità di acqua, si trovano nelle medesime, le larghezze, e le altezze delle sezioni, più vive.

In questo proposito deesi in oltre considerare ciò, che abbiamo detto più volte; darsi, cioè, ne' fiumi maggiori delle larghezze d'alveo soprabbondanti, dal che nasce, che, siccome ristringendosi esse al dovere, non si alzerebbe l'acqua del fiume un pelo, e nel sito del loro ristringimento potrebbe molte volte correre il fiume influente; così si possono dare de' casi, che un fiume influente entri pieno nel grand'alveo di un recipiente, e non vi faccia alzamento sensibile, quando, per altro, dal calcolo, che suppone sempre le larghezze vive, può essere, che risulti notabile; bastando a questo effetto, che l'acqua stagnante, o girata ne' vortici delle sezioni più larghe, prenda direzione seguita all'ingiù, nella maniera medesima, che le piene de' fiumi influenti appena si elevano di superficie sopra il pelo dell'acque, rigurgitate per li loro alvei dal recipiente: * e perchè vicino agli sbocchi (si aprano essi, o nel mare, o in altri fiumi) la capacità dell'alveo si fa sempre maggiore: perciò le piene sopravvenienti in que' luoghi, fanno regolarmente minore alzamento al punto dell'unione, e (come si è detto di sopra) sempre minore, quanto più la piena s'avvicina allo sbocco. Se c'immagineremo, che due fiumi sbocchino nel mare con foci separate, ma, quanto dir si possa, vicine; egli è certo, che non elevandosi, per l'influsso di alcuno di essi, sensibilmente il pelo del mare, la piena di uno non dovrà alterare quella dell'altro: lo stesso succederebbe, se avessero il solo sbocco comune; ma se gli alvei si unissero insieme al di sopra della marina, ognuno

* Annot. X

no facilmente giudicherà, dovere farsi qualche alzamento maggiore nelle piene unite, abbenchè poco, ed insensibile, con questa regola, cioè, che sia minore nelle minori distanze dal mare, e maggiore nelle maggiori, fino però a un certo termine, e non più oltre, il qual termine è definito dal sito, al quale si estendono i rigurgiti dal recipiente. Quindi apparisce, quanto importi di scegliere siti proporzionati, quando si vogliono fare le misure delle sezioni de' fiumi, per avere quella delle acque, che passano per essi; e fra l'altre può servire anche questa regola, di non considerare per buone le sezioni degli alvei, che patiscono il rigurgito, come quelle, nelle quali, sì le altezze, che le larghezze non sono mai vive. Deriva anche dalle predette considerazioni un'altro avvertimento, cioè la cognizione del vantaggio, che si ricava dal mandare a sboccare i fiumi minori ne' maggiori in sito, dove arrivi il rigurgito del mare; poichè ivi crescono meno in altezza i fiumi recipienti, per l' unione degl' influenti, mancando, in questo caso, dal suo ufficio il calcolo dell'altezze sopraggiunte, che sempre darà di più del vero; siccome le sezioni del fiume sono sempre maggiori delle vive in altri luoghi di esso.

ANNOTAZIONI
AL CAPO DECIMO.

ANNOTAZIONE I.

(Al § *Quando un fiume*)

Entrando i fiumi influenti in acqua bassa del recipiente accrescono l' altezza di questo, più che non fanno in acqua alta.

Questa verità viene comprovata dalla comune sperienza almeno ne' tratti de' fiumi assai lontani dalle loro origini; ed è quella, che ha servito di fondamento alla maggior parte degli scrittori di questa materia a riconoscere, che le velocità de' fiumi anno per lo più qualche connessione, e dipendenza dalle altezze correnti delle loro sezioni, comecchè abbiano poi variato nello stabilirne le leggi. In fatti non è così facile lo spiegare un tal fenomeno, supponendo, che le velocità dipendano dalla sola discesa dall'origine o reale, o equivalente.

ANNOTAZIONE II.

(Al § *Entrando*)

Entrando un' influente in un recipiente basso... può darsi caso, che rigurgiti all' insù per l' alveo del recipiente fin dove arriva l' orizzontale dell' altezza da lui fatta.

Non si può dubitare, che l' influente non faccia qualche resistenza all'acqua su-

pe-

periore del recipiente, e che per conseguenza non si osservino anco in ciò le regole de' rigurgiti da noi accennate (nel miglior modo, che ci è stato possibile) nelle annotazioni al capo 8, dovendosi riguardare il tratto superiore del recipiente come un' influente, e l'alveo comune a due fiumi come il recipiente di esso. E però ci rimettiamo a quel poco, che ivi si è detto.

ANNOTAZIONE III.

(Al medesimo § *Entrando*)

P*Orta anche, o niuno è il ristagno, e l'elevazione dell'acqua del recipiente nelle parti superiori, che perciò sempre si rende minore quanto più si scosta dallo sbocco fino a farsi insensibile in poco spazio.*

Questo è appunto, ciò che seguendo le dottrine dell' Autore abbiamo mostrato nell'annotazione ultima del capo ottavo, cioè, che il pelo del fiume sostenuto dal rigurgito è meno inclinato di quello, che sarebbe senza il rigurgito; e tal verità fu posta in un' intera evidenza rispetto al rigurgito, che soffre il Pò da' suoi influenti nella visita di questo fiume, e specialmente in quella del 1719, e 1720 per le asserzioni concordi di un gran numero di abitanti lungo il medesimo.

Ne qui si vuol lasciare di notar di passaggio, che rispetto all'altro rigurgito, che dal recipiente soffrono gl' influenti, il qual' effetto è assai più sensibile del primo, la medesima diminuzione della pendenta del pelo sostenuto dal rigurgito nelle dette visite fu comprovata con immediate misure prese in più luoghi. Così nel fiume Tesino il pelo alto della piena del Pò del 1705 secondo i segni, che ne furono indicati si trovò aver rigurgitato presso la città di Pavia in altezza di piedi 10. 8. 6 sopra il pelo corrente del medesimo Tesino dei 30 novembre 1719, laddove alla casa Torti (luogo inferiore al detto sito, e non lontano dalla confluenza del Tesino col Pò) lo stesso rigurgito si alzò sopra il medesimo pelo dei 30 novembre piedi 11.5.6. Parimente nell'Ollio il rigurgito dell'escrescenze del Pò del 1719 al palazzo Gardani (che non è guari superiore allo sbocco in Pò) fu alto sopra il pelo dell' Ollio dei 19 dicembre piedi 16. 8. 8, laddove alla chiavica della Bocca, posta in sito più alto, la detta altezza fu solamente piedi 15. 2. 9. Così pure nel Mincio l' alzamento della piena del Pò del 1719 sopra il pelo di quel fiume, nello stato in cui era fra i 15, e i 20 gennajo (nel qual tempo non si alterò sensibilmente) fu minore a Mantova, che alla Virgiliana piedi 1. 8. 6, minore alla Virgiliana, che a Governolo p. 1. 2. 2, e minore a Governolo, che allo sbocco p. 0. 6. 10. E nella Secchia l'altezza del rigurgito della stessa fiumana di Pò accaduta del 1719 sopra il pelo della Secchia degli 8, e 9 gennajo 1720, fu maggiore alla chiavica di Codevico, che a quella di Madama p. 1. 11. 5, e a questa più che all'altra detta della Pietra p. 1. 2. 0, cioè a dire sempre minore a misura, che le osservazioni se ne facevano in parti più lontane dagli sbocchi degl' influenti entro i quali era seguito il rigurgito di quella piena.

ANNOTAZIONE IV.

(Al § *La medesima*)

L*' Altezza aggiunta dalla piena sopra il pelo del recipiente è maggiore in faccia allo sbocco, e poi sempre si fa minore quanto più la piena si accosta al mare.*

Questa diminuzione dee essere assai sensibile in quelle parti dell'alveo nelle quali il fiume tuttavia si va accelerando, e perciò la superficie si va accostando al fondo (come presso le origini dei fiumi) e in quelle ancora nelle quali se ne accelera almeno la superficie prendendo qualche considerabile inclinazione, come abbiamo detto, che di nuovo succede nell' accostarsi del fiume allo sbocco, e specialmente in acqua bassa del recipiente. Per altro in que' tratti, ne' quali secondo la dottrina dell' Autore i fiumi camminano senza accelerarsi sensibilmente per la discesa, e per conseguenza portano la superficie come parallela al fondo (come si è det-

è detto nell' annotazione 12 del capo 4) la detta diminuzione dell' altezza aggiunta dall' influente sopra il recipiente nelle sue ipotesi appena dee esser sensibile; e in fatti nelle regole, che egli dà appresso di dedurre la proporzione delle acque di due fiumi dalla sola larghezza, ed altezza corrente di ciascuno di essi, viene tacitamente a supporre, che sia indifferente prender la misura di tal' altezza in qualunque sezione (purchè dentro i limiti dei tratti predetti) e però riguarda la detta altezza come uniforme, e il pelo alto come parallelo al fondo, e al pelo basso; ne da tale equidistanza pare, che debba sensibilmente distogliersi per l' ingresso dell' acqua di un solo fiume, quando non se ne distoglie per tutto quell' accrescimento, che vi è dalla massima bassezza fino al segno delle sue piene.

L' esperienza comprova questo discorso nel Reno; la cui altezza in tempo di piena di sotto allo sbocco dell' ultimo influente, che è la Sammoggia, per fino verso Vigarano, che è un tratto di 14 miglia si mantiene (quanto comportano le irregolarità delle larghezze in alcuni siti) assai costantemente di piedi undici sopra il fondo, a cui è parallelo il pelo basso. Parimente nel Pò dallo sbocco del Mincio, ultimo degl' influenti perenni, fino verso la Stellata il pelo delle piene non ha, che assai poca convergenza verso il pelo basso, e può prendersi come equidistante ad esso, avvegnacchè di sotto alla Stellata cominci poi a rendersi sensibile l' accostamento dell' uno all' altro per la chiamata degli sbocchi.

ANNOTAZIONE V.

(Al § *Le piene maggiori*)

IL segno della grandezza reale delle piene non è la sola altezza dell' acqua, ma piuttosto la velocità, ed inclinazione maggiore del pelo della medesima.

Non v' ha dubbio, che l' accrescimento di velocità in un fiume, o piuttosto in una determinata sezione d' un fiume non indichi accrescimento d' acqua, e grandezza reale della piena, eccettuandone solamente quelle sezioni, che sono tenute in collo dal rigurgito del recipiente, mentre se questo venisse a scemare d' altezza dovrebbe nell' influente crescer la velocità almeno in superficie senza alcun' aumento d' acqua.

Rispetto poi all' indicio dedotto dall' accrescimento dell' inclinazione del pelo, questo effetto non è gran fatto sensibile, come nell' antecedente annotazione si è veduto, in que' tratti, ne' quali il fiume cammina in ogni stato colla medesima inclinazione, cioè parallelo al fondo (benchè in rigore ivi ancora debba aver qualche poco di convergenza) e si debbono parimente eccettuare le parti vicine agli sbocchi, ove l' inclinazione può crescere per lo solo calare del recipiente.

ANNOTAZIONE VI.

(Al § *Prima lo scemarsi*)

QUesto effetto nasce da ciò .... che le sponde del fiume fanno considerabile resistenza al corso dell' acqua.

La resistenza, che l' Autore dice in questo luogo farsi dalle sponde del fiume al corso dell' acqua non tanto è quella, che dipende dal soffregamento di essa colle sponde, quanto quella, che nasce dalla limitazione, che le sponde fanno alla larghezza, essendo certo, che se le sponde non vi fossero l' acqua non si sosterrebbe a quell' altezza a cui si sostiene; onde la detta resistenza in altro non consiste, che in una modificazione, che riceve l' acqua dalle ripe in ordine alla sua altezza, e direzione, e probabilmente anco in ordine alla velocità, come nelle annotazioni 7 e 11 del capo 4 si è detto; onde la rotta equivale ad un' allargamento, o se si vuole ad una diramazione del fiume. E siccome un fiume nell' accostarsi ad un ramo nuovamente apertogli maggiormente si inclinerebbe colla superficie, così dovrà fare nell' accostarsi all' apertura della rotta. Tale inclinazione maggiore va congiunta con accrescimento di velocità, perchè la discesa si fa più ripida.

ANNOTAZIONE VII.

(Al § Sesto: in caso)

CIò però non può succedere perfettamente, che col progresso del tempo quando tal cadente debba farsi per deposizione.

Del caso, che l'Autore considera in questo luogo abbiamo un celebre esempio nella rotta del Pò (o naturale, o artificiale, che fosse) seguita nel duodecimo secolo sulla sinistra fra la Stellata, e Fichegruolo, mercè la quale venne a formarsi da lì in giù il Pò presente detto il Pò grande, restando a poco a poco abbandonato l'antico alveo chiamato ora il Pò di Ferrara, per cui ne' tempi addietro sempre avea corso quel fiume. Sboccava in quest' alveo inferiormente al luogo della rotta, e in poca distanza da essa, il Panaro, onde le acque di questo (congiunte allora colle acque del Bolognese) cominciarono a rivolgere il loro corso verso la rotta; ma perchè il fondo di questa non era più basso delle campagne attraverso le quali avea preso il corso (essendo al contrario in quelle parti il fondo del Pò tutto sepolto fra terra) conveniva, che il Panaro si andasse formando la sua cadente verso la rotta per replezione, e perciò passarono alcuni secoli prima di stabilirla, correndo frattanto le acque del Panaro bipartite, parte verso la rotta, e parte per l'antico Pò, mantenuto ancor vivo dalle acque di quel gran fiume, che almeno nelle escrescenze tuttavia seguivano ad entrarvi. Finalmente tolto l'ingresso anche a queste coll' intestatura con cui il vecchio Pò fu attraversato al Bondeno, il Panaro fece suo proprio alveo l' alveo abbandonato, dal suo sbocco fino al luogo della rotta, cioè fino all' origine presente del Pò grande, e ne rovesciò la pendenza, disponendola come tuttavia si osserva, e il rimanente del Pò di Ferrara dall' intestatura in giù rimase senz' acqua.

ANNOTAZIONE VIII.

(Al § *Per avvicinarsi*)

IO stimo si debba ricorrere alla misura dell' acqua, che porta in un dato tempo la piena d' un fiume influente, insieme con quella del recipiente, e figurandosi, che debbano correre unite, addattare la velocità di tutto il corpo alle condizioni dell' alveo del recipiente per quindi rinvenire l' altezza, che in esso può fare l' influente &c.

Benchè l' Autore abbia preso a trattare in generale di quell'aumento de' fiumi, che chiamasi *piena* ristrigne tuttavia in questo luogo il suo discorso a quel solo aumento, che ciascuno degli influenti da se può cagionare nel recipiente, la somma de' quali aumenti costituisce la piena di quest'ultimo; e per trovare tale accrescimento stima doversi ricorrere alla misura delle acque, che porta in un dato tempo tanto l' influente quanto il recipiente, indagando in primo luogo tali misure colle osservazioni, e poscia *addattando*, come egli si esprime, la velocità di tutto il corpo alle condizioni del recipiente. Intorno alle quali cose ci occorre di fare qualche considerazione.

E prima per quello, che riguarda le misure dell'acqua de' fiumi il suo intendimento non è già, che se ne cerchi la misura assoluta, cioè a dire la quantità d'acqua, che portano in misure a noi note v. g. di piedi cubi &c. (perchè tal ricerca quando non fosse piena di incertezze, per le ragioni da noi addotte nell' annotazione 19, e nelle altre antecedenti del capo 4, sarebbe sempre di gran difficultà a mettersi in pratica) ma solo la misura rispettiva, cioè la proporzione dell'acqua dell' uno a quella dell'altro fiume. Tal proporzione insegna l' Autore, come fra poco vedremo nell'annotazione 11, d' indagarla in quelle *sezioni* de' fiumi, che riconoscono la loro velocità dall' altezza corrente, servendosi egli allora delle sole misure delle altezze, e delle larghezze per dedurre la proporzione delle acque; ma quando vi fosse necessità di indagare

tal

tal proporzione in que' tratti ne' quali i fiumi si andassero accelerando, onde le velocità dipendessero o in tutto, o nella massima parte dalla discesa, non ce ne dà alcun metodo, ne io saprei proporne alcuno per avere almeno prossimamente la proporzione, fuorchè il cercar prima con qualche esperimento così nell' influente come nel recipiente la proporzione delle velocità della superficie a quella del fondo, o piuttosto in qualche discreta altezza sopra il fondo, il che si può tentare col mezzo de' pendoli immersi ne' fiumi, de' quali si è parlato nell' annotazione 12 del capo 7, scegliendo nell' uno, e nell' altro fiume le sezioni più anguste, e i tratti d' alveo più retti, che fosse possibile, e schifando quelli, ne'quali cadesse sospetto di rigurgito. Trovata la proporzione delle velocità predette se ne dedurrebbe quella delle acque nella seguente maniera.

Sia AB (*Fig. 84*) l'altezza dell'influente, FE quella del recipiente, e stia la perpendicolare BC alla perpendicolare FG come la velocità della superficie del primo alla velocità della superficie del secondo, e parimente BC stia ad AD, come quella della superficie nel primo a quella del fondo nel medesimo, e così pure stiano FG, EH, come le velocità della superficie, e del fondo nell' altro fiume. Facciasi, come la differenza de' quadrati BC, AD al quadrato AD, così AB ad AV, e supponendo, come ora vogliamo supporre, che le velocità terminino sensibilmente ad un segmento parabolico, che passi per C, e per D (non potendosi per le cose dette all' annotazione 10 del capo 7 andar con ciò molto lungi dal vero) sarà V il vertice della parabola della velocità, cioè l' origine reale, o equivalente del fiume influente. Colla medesima costruzione si determinerà il vertice T della parabola TEH, la quale dovrebbe anco in pratica trovarsi la medesima, cioè del medesimo lato retto coll' altra VAD, o non molto diversa, potendo nascere tal diversità dalla diversa forza, applicazione, e distribuzione degli impedimenti dell' uno, e dell' altro fiume. Ma comunque ciò si trovi coll' esperienza, prendendo due terzi del rettangolo compreso dalle rette VB, BC si avrà lo spazio parabolico VCB, e detraendolo da due terzi del rettangolo delle linee VA, AD, che è lo spazio parabolico VAD, si avrà il segmento BCDA, che moltiplicato per la larghezza dell' influente rappresenterà la quantità dell' acqua di esso. Colla medesima costruzione si avrà lo spazio parabolico FGHE, che moltiplicato per la larghezza del recipiente darà la quantità dell' acqua, che egli porta, onde sarà nota la proporzione della loro portata nello stato, in cui si saranno fatte le osservazioni.

Supposta dunque nota in qualsivoglia modo la proporzione delle acque de' due fiumi, che si debbono unire insieme per passare a dedurre l' alzamento, che seguirà nel recipiente per la loro unione vuole l' Autore, che si *addatti la velocità di tutto il corpo, cioè della somma delle acque alle condizioni del recipiente*, con che, se non erro, vuole, che s' intenda doversi aver riguardo (oltre la larghezza del recipiente, per cui la somma delle acque dovrà passare) anco a quella velocità, che il recipiente ha già nel suo alveo, o piuttosto a quella, che potrà acquistare dopo l' aggiunta delle acque dell' altro, il che tuttavia non insegna, come si possa ridurre a calcolo, se non nel caso, in cui la condizione del recipiente fosse tale (come nelle sue ipotesi è per lo più quella de' fiumi lungi dalle loro origini) che egli riconoscesse la sua velocità (almeno per la massima parte) dall' altezza corrente delle sue sezioni, onde la velocità crescesse al crescer l' altezza, e nella ragione dimezzata di essa, del qual caso parleremo nelle annotazioni seguenti.

In fatti fuori del caso predetto non è possibile determinare l' alzamento d' un recipiente per l' aggiunta d' una quantità d' acqua, che abbia una proporzione data a quella di esso recipiente, se non si fa in oltre qualche altra ipotesi, cioè, o che le velocità del recipiente debbano in ciascuna parte dell' acqua rimanere le medesime dopo l' unione, o che debbano crescere, o scemare con qualche regola nota, e che parimente l' acqua dell' influente introdottavi debba serbare in ciò qualche legge.

pe. Se si volesse a cagion d'esempio, che dopo l'unione, senza cangiarsi punto le velocità terminanti al segmento parabolico FEHG, l'acqua dell'influente aggiunta sopra di esso concepisse anch'essa dei gradi di velocità terminanti alla medesima scala continuata al di sopra, alzandosi come fino al punto I, per modo, che l'ordinata IO chiudesse lo spazio IOGF eguale all'acqua aggiunta, cioè allo spazio BCDA, allora per aver l'alzamento FI si dovrebbe dalla parabola nota IFG sottrarre lo spazio noto IOGF, per ricavar il residuo TIO, e cercarne poscia l'altezza TI, che sottratta dalla data TF mostrerebbe l'alzamento cercato FI. Ma una tal'ipotesi è totalmente arbitraria, nè pare punto verisimile, anzi contraria all'esperienza, mentre ne seguirebbe, che aggiugnendo la medesima quantità d'acqua d'un'influente ad uno stesso recipiente, che si trovasse ora ad altezza minore ER sopra il suo fondo, ed ora ad altezza maggiore EF, l'accrescimento d'altezza RS nel primo caso sarebbe minore dell'accrescimento FI nel secondo, essendo manifesto, che maggior'altezza vi bisogna sopra di F, che sopra di R per fare il trapezio parabolico IOGF eguale al trapezio RSPQ, il che è contrario alle osservazioni comuni de' fiumi, come si è detto nell'annotazione prima di questo capo.

Parimente se si supponesse (come figura il P. Abate Grandi nel suo primo esempio della proposizione 37 del lib. 2) che la velocità della superficie delle acque unite nel recipiente dovesse mantenersi la medesima, che quella della superficie del recipiente avanti l'unione, e parimente tutte le velocità delle altre parti rimaner le medesime, che erano ad eguale profondità sotto la superficie di prima (il che è lo stesso, che il supporre, che dopo l'unione l'origine del fiume si sia rialzata d'altrettanto quanto l'influente ha fatto alzare la superficie del recipiente serbandosi l'istesso parametro, e l'istessa distanza TF del vertice della parabola dalla superficie FG) allora figurando, che le acque unite debbano correre sotto la profondità FM, e ordinando MN, onde lo spazio EHNM esprima l'acqua aggiunta, si dovrebbe alla parabola nota TEH aggiugner il detto spazio noto EHNM per avere tutta la parabola TMN, di cui dovrebbe cercarsi l'altezza TM, e detrattane TE si avrebbe l'aumento EM. Questa supposizione non è soggetta all'inconveniente della prima, ma nè pur'essa ha alcuno sicuro fondamento, non essendo necessario, che all'unirsi de' due fiumi si serbi nella superficie, e in ciascuna profondità sotto di essa la velocità primiera; anzi se i due fiumi venissero da origini egualmente alte, pare, che all'alzarsi la superficie nell'alveo comune, dovesse scemarsene la velocità; perchè ne resterebbe scemata la discesa. Non mi trattengo nell'esemplificare, come si potessero calcolare gli alzamenti in queste, o in altre simili supposizioni, perciocchè le reputo affatto arbitrarie, ed anco perchè non sarà difficile intendere quello, che debba farsi da ciò, che diremo nelle annotazioni seguenti. Sarebbe desiderabile dedurre dalle sperienze qualche lume più certo per trovare in tali casi la legge delle velocità dopo l'unione delle acque, e calcolarne poscia gli alzamenti, che si cercano.

Solo avverto, che sebbene è indifferente l'investigare la proporzione delle acque de' due fiumi in qualsivoglia loro sezione (purchè si serbino le avvertenze poc'anzi dette nel § *e prima della presente annotazione*) nulladimeno quell'aumento di altezza, che si troverebbe dover seguire per l'immissione d'un fiume nell'altro, se si avessero supposizioni ben certe per calcolarlo, sarebbe diverso in diverse sezioni del recipiente, perocchè ne' tratti, de' quali parliamo, cioè in quelli, ne' quali egli tuttavia si va accelerando nella discesa, tal'aumento non può essere eguale in tutte le sezioni, ma nel passare dalla superiore AB (*Fig. 85*) all'inferiore DE, l'aumento di altezza BC seguito per l'unione de' due fiumi diviene EF minore di BC; onde converrebbe cercare la velocità del fondo, e della superficie nelle diverse sezioni, e per ciascuna descrivere la parabola della velocità, e fare il rimanente; se pure non si volesse piuttosto descriver l'iperboloide, che rappresenterebbe la curvatura della superficie CF. E

ben vero, che potendosi questa poco scostare dalla linea retta, trovati, che ne fossero due punti C, et F si avrebbe la positura del detto pelo congiugnendo i detti due punti colla retta CF, senza errore di gran momento, supposto, che il fondo fosse piano.

Quando l'influente colla sua direzione potesse far contrasto al recipiente, e ritardarne la velocità, o quando secondandone il corso si potesse supporre, che contribuisse coll'impeto delle sue acque ad accrescerla, si dovrebbe aver riguardo anche a ciò, potendo nel primo caso riuscire l'alzamento maggiore del calcolato (se pure vi fossero principj sicuri per calcolarlo) e nel secondo minore, anzi forse nullo, o pure in vece di alzamento seguirne abbassamento. Egli è ben vero, che non molto di sotto al punto dell'unione riducendosi di nuovo il recipiente a quella velocità, che converrebbe alla sua discesa, detratti gl'impedimenti superiori (uno de' quali potrebbe essere stato il detto contrasto dell'influente) e proseguendo per altro ad operare gl'impedimenti inferiori, tali effetti o di ritardamento, o di accelerazione non dovrebbero seguire, che per poco tratto.

ANNOTAZIONE IX.

(Al medesimo § *Per avvicinarsi*)

Se un fiume crescerà per una piena sopravvegnente, la quantità dell'acqua prima della piena a quella della piena avrà la proporzione composta della proporzione delle altezze, e della dimezzata delle altezze medesime.

Ciò è lo stesso, che dire, che la quantità dell'acqua, che porta un recipiente da se solo sta alla somma delle acque di esso, e di un'influente a lui unito nella ragione composta di quella delle sue altezze avanti, e dopo l'unione, e della dimezzata delle medesime altezze; il che facilmente si dimostra, attesochè trattandosi di un'istesso fiume, e di una istessa sezione (che quì si vuol supporre di figura rettangola) e per conseguenza essendo invariabile la larghezza, le quantità d'acqua, che egli porta in diversi suoi stati debbono sempre star fra loro nella ragione composta di quella delle altezze, e di quella delle velocità medie. Ma la ragione delle velocità medie ne' fiumi, de' quali ora trattiamo, cioè ne' quali le velocità dipendono in tutto, almeno sensibilmente, dall'altezza corrente dell'acqua, non è, che la ragione dimezzata delle stesse altezze (essendo in tali casi le scale delle velocità due parabole dello stesso parametro, che anno i loro vertici nella superficie corrente, nelle quali le velocità medie sono fra loro, come le massime ordinate, e queste sono nella ragione dimezzata delle ascise, cioè delle altezze correnti.) Dunque le quantità dell'acqua nell'uno, e nell'altro stato saranno fra loro nella ragione composta delle altezze, e della dimezzata di esse. Da questa composizione di ragioni si deduce, che considerando le quantità delle acque, come numeri cubici, le velocità sono come le loro radici cubiche, e le altezze, come i quadrati di queste radici; onde si ricava la regola di calcolar l'alzamento di un recipiente per l'unione di un' influente, quando sia nota la proporzione delle acque dell'uno, e dell'altro fiume, e quando si tratti, come ora supponiamo, che il recipiente riconosca tutta la sua velocità dall'altezza, o almeno, che la discesa non vi abbia parte molto sensibile; imperocchè estratta la radice cubica tanto dalla quantità dell'acqua del solo recipiente, quanto dalla somma delle acque dell'uno, e dell'altro i quadrati delle radici cubiche (o pure le radici cubiche dei quadrati delle dette due quantità, che è lo stesso) staranno fra loro come le due altezze prima, e dopo l'unione, onde essendo data l'altezza del recipiente prima dell'unione per la regola aurea si troverà l'altezza dopo l'unione, come esemplificheremo nell'annotazione seguente.

AN-

ANNOTAZIONE X.

(Al medesimo § *Per avvicinarsi*)

E Conseguentemente può aver luogo la regola da noi addotta nella proposizione 8 del libro 4 della misura delle acque.

La proposizione, a cui ci rimanda quì l' Autore, insegna in primo luogo come si possa trovar la proporzione delle acque di due fiumi orizzontali, o almeno tali, che la velocità della discesa in essi sia spenta, e resti solo quella, che nasce dalla loro altezza corrente, e ciò senza aver uopo di alcuna misura, che dell' altezza, e della larghezza delle loro sezioni, non riputandosi da lui necessaria in simili casi la ricerca delle velocità, mentre queste gli risultano dalle medesime altezze. Dopo ciò insegna la medesima proposizione di calcolare l' alzamento, che dovrà seguire nella superficie dell' uno per l' immissione dell' altro.

Quanto al primo la sua regola consiste in questo: Posto, che CB (*Fig.* 86) sia la sezione dell' influente, la cui larghezza AB, l' altezza AC, si prenda la radice quadrata dell' altezza AC, e si moltiplichi per la stessa altezza, e poscia per la larghezza AB; il prodotto esprimerà la quantità dell' acqua, che egli porta. Similmente prendendo la radice quadrata dell' altezza del recipiente ED, e moltiplicandola per la medesima ED, e quindi per la larghezza EF si avrà la quantità dell' acqua del recipiente, o piuttosto i numeri così ritrovati esprimeranno la proporzione delle dette acque, avvertendo di praticare quì ancora nello scegliere le sezioni le cautele prescritte nell' annotazione 8.

In questo discorso, in cui solo può nascere qualche scrupolo nell' uso del presente metodo, si suppone tacitamente, che le velocità delle due sezioni, CB, DF vengano rappresentate da due parabole CG, DI, le quali non solo abbiano per asse le altezze CA, DE col vertice nella superficie corrente in C, e in D, ma siano in oltre dello stesso parametro; perocchè solo in tali supposti sarà vero, che le radici quadrate delle altezze AC, DE (le quali radici nelle parabole di parametro eguale si esprimono per le massime ordinate AG, EI) moltiplicate nelle stesse altezze AC, DE diano la proporzione degli spazj parabolici CAG, DEI, che esprimono i complessi, o sia le scale delle velocità, onde poi moltiplicando i detti spazj nelle larghezze AB, EF si abbia la proporzione delle acque; or quì lasciando da parte, che le scale delle velocità delle due sezioni predette, o pure dell' una, o dell' altra di esse potrebbero per avventura non esser parabole, attesa l' ineguale azione, e applicazione degl' impedimenti alle diverse parti dell' acqua, come l' Autore ha avvertito nel capo 7; e dissimulando ancora, come insensibile l' errore, che si commette nel supporre i vertici delle dette parabole precisamente ne' punti C, D della superficie, quando in rigor matematico ne' fiumi inclinati essa dee pure ritenere qualche poco della velocità concepita per la discesa, certo è (per le cose dette nell' annotazione 15 dal capo 4, e in diversi luoghi di quelle del capo 7) che secondo le ipotesi dell' Autore le parabole CG, DI esprimenti le velocità delle due sezioni potrebbero non avere egual parametro. Come se nell' uno de' fiumi (*Fig.* 87) l' altezza AB fosse quella, sotto cui nella sezione data dell' uno di essi passerebbe tutta la sua acqua colla velocità libera, la qual velocità si esprimesse colla parabola ABC, ma a cagione degl' impedimenti essendosi dovuta alzare la superficie fino in D le velocità terminassero ad un' altra parabola DBF, dovrebbe questa esser' eguale alla parabola ABC, e perciò dovrebbe tagliarla in qualche punto come E, in cui lo spazio DEA venisse ad esser' uguale allo spazio EFC, il che essendo non è possibile, che le due parabole ABC, DBF abbiano lo stesso lato retto. Che se ora si supponesse l' altro fiume non punto impedito, ma corrente nella sezione, di cui si tratta, sotto l' altezza GH dovuta alla sua velocità libera, onde la scala delle velocità fosse la parabola GHI di parametro eguale alla ABC, o pure si figurasse anch' egli impedito, e rialzato di superficie fino in K, per modo, che la parabola delle velocità impedite fosse

KLM eguale di area alla GHI, ma non però di lato retto eguale alla DBF (caso possibile a succedere variandosi le parabole delle sezioni impedite a misura degli impedimenti, i quali ponno fare maggior' effetto nell'uno, che nell'altro fiume) è manifesto, che questo metodo di determinare la proporzione delle acque de' due fiumi andrebbe lontano dal vero.

Questa difficultà, la quale non era ignota all' *Autore*, è quella, per cui egli ha avvertito poco dopo, che simili proposizioni non sono vere, che *in termini astratti, e prescindendo da ogni sorta di resistenze*; come se dichiarasse non pretendersi da lui di dare altro, che un'approssimazione; ed in oltre ha soggiunto, che essendo in parità di circostanze sempre più impedite le velocità ne' fiumi minori, che ne' maggiori, che vuol dire, dovendo il parametro della parabola DBF, che esprime le velocità dell'influente (che per lo più suol' esser fiume minore del recipiente) esser minore di quello della parabola GHI, o KHM, che rappresenta quelle del recipiente, l'errore, che si commette seguendo il suo metodo porta sempre ad accrescer la quantità dell'acqua del primo in proporzione di quella del secondo, e per conseguenza l'altezza, che poi si calcola de' fiumi uniti riesce soverchia, anzi che scarsa, il che torna a maggior sicurezza di tal ricerca. Con questa, e colle altre avvertenze, che seguono appresso ne' §§ *Avvantaggio*, e *In questo*, parmi, che ci possiamo affidare, se non di calcolare col suo metodo la giusta proporzione delle acque de' due fiumi, almeno l'alzamento dell'uno per l'unione dell'altro non minore del vero.

Per altro, se in ciò rimanesse alcun dubbio, si potrebbe indagare anche nel caso de' fiumi, de' quali trattiamo la proporzione delle acque in maniera simile a quella, che abbiamo accennata nell'annotazione 8 di questo capo, cioè a dire congiugnendo alle misure delle altezze, e delle larghezze quelle delle velocità dedotte dagli esperimenti de' pendoli, le quali velocità basterebbe in tal supposto cercare nel fondo, o presso il fondo di amendue i fiumi, e poscia tirare (*Fig. 86.*) le perpendicolari AG, EI proporzionali alle dette velocità, e intendendo descritte coi vertici C, D le parabole CG, DI, la proporzione degli spazj parabolici CAG, DEI (la qual proporzione è quella de' rettangoli CAG, DEI) sarebbe quella delle acque de' due fiumi, ancorchè i parametri delle due parabole così descritte non fossero eguali.

Trovata dunque (in qualunque modo ciò sia) la proporzione delle acque de' due fiumi, e supposto, che questi debbano correre uniti insieme nella larghezza EF, il metodo, che prescrive l'Autore nella proposizione da lui citata per trovar l'altezza EH della superficie del recipiente dopo la loro unione è quello, che già abbiamo accennato nell'annotazione precedente: si estragga la radice cubica della quantità dell'acqua del recipiente DF, e si faccia il quadrato della detta radice. Si estragga parimente la radice cubica della somma di amendue le quantità d'acqua, e se ne faccia il quadrato; quindi come il primo quadrato al secondo, così sarà l'altezza del solo recipiente DE all'altezza cercata HE, onde si farà manifesto l'alzamento DH. Per maggior chiarezza soggiugneremo un'esempio del metodo dell'Autore nel calcolare tanto la proporzione delle acque di due fiumi quanto nel calcolar l'alzamento dell'uno per l'altro.

Sia l'altezza dell'influente AC piedi 11, la cui radice quadrata è $3\frac{317}{1000}$ in circa. Moltiplicando questo numero per la detta altezza di p. 11, e per la larghezza AB, che si suppone piedi 139, sarà la quantità dell'acqua dell'influente espressa dal prodotto 5071. Pongasi l'altezza del recipiente ED piedi 30, la cui radice quadrata è prossimamente $5\frac{477}{1000}$ moltiplicandola per l'altezza 30, e per la larghezza EF, che si figurerà piedi 760 ne verrà per l'acqua del recipiente 124875. Aggiugnendola a quella dell'influente si avrà la somma delle acque 129946. La radice cubica del primo di questi numeri 124875 si troverà $49\frac{98}{100}$, il cui quadrato è 2498, e la radice cubica del secondo

129946 sarà 50 $\frac{65}{100}$, il cui quadrato è prossimamente 2565. Dunque come 2498 a 2565 così piedi 30, altezza del solo recipiente ED, a piedi 30 once 10, che sarà l'altezza cercata EH de' fiumi uniti, e l'aumento HD sarà once 10.

Questi, e simili calcoli si ponno facilitare di molto per mezzo delle tavole paraboliche del P. Abate Grandi, nelle quali avendo disposte in una colonna accanto alla serie di tutti i numeri naturali, che sono le altezze in once di piedi, o di braccia, le loro radici quadrate, che esprimono la velocità, e in un'altra colonna i prodotti di queste nei detti numeri delle altezze, che vengono ad essere i cubi delle velocità, e rappresentano gli spazj parabolici, o le quantità delle acque, data che sia una di queste tre quantità, si trovano accanto di essa in un'occhiata le altre due. Così nel caso dell'esempio presente accanto all'altezza dell'influente di piedi 11, cioè di once 132 si trova l'area parabolica (supposto il lato retto della parabola, qual'egli lo ha preso arbitrariamente) 1516 $\frac{68}{1000}$, che moltiplicata per la larghezza di p. 139 produce la quantità dell'acqua 210818 $\frac{52}{100}$; e parimente accanto l'altezza del recipiente di p. 30, o sia di once 360 si ha lo spazio parabolico 6829 $\frac{20}{100}$, che moltiplicato per la larghezza di p. 760 dà la quantità dell'acqua del recipiente 5190192; e questi numeri, cioè 210818 $\frac{52}{100}$, e 5190192, benchè siano diversi dai due poc'anzi da noi trovati 5071, e 124875, anno tuttavia la medesima proporzione di questi, cioè quella delle acque dei due fiumi. La somma dei detti spazj parabolici è 5401010$\frac{52}{}$, che divisa per la larghezza del recipiente di p. 760 dà lo spazio della parabola per li fiumi uniti 7106 $\frac{59}{100}$, la quale cercata nella medesima tavola (o preso il numero più prossimo ad essa, che si trova essere 7118 $\frac{85}{100}$) mostra nella colonna delle altezze l'altezza cercata di once 370, cioè p. 30, once 10 come prima.

Queste regole tanto di cercare la proporzione delle acque, quanto di dedurre l'alzamento d'un fiume per l'altro, presupponendo, che i fiumi non si accelerino per la discesa, non anno luogo se non per que' tratti ne' quali camminano col pelo sensibilmente parallelo al fondo, o almeno dove a larghezze eguali corrispondono in ciascuno di loro eguali altezze, onde non si ponno applicare ai tratti impediti dal rigurgito, come l'Autore avverte poco più sotto, essendo ivi tutte le sezioni maggiori del giusto, e le altezze ineguali; calcolato poi che sia l'alzamento del recipiente in una sezione, tal misura serve sensibilmente per tutte le altre sezioni del tratto predetto.

ANNOTAZIONE XI.

(Al § *In questo proposito*)

E *Perchè vicino agli sbocchi (si aprono essi nel mare, o in altri fiumi) la capacità dell'alveo si fa sempre maggiore, perciò le piene sopravvegnenti in que' luoghi fanno regolarmente minor' alzamento al punto dell'unione, e come si è detto di sopra sempre minore quanto più la piena si avvicina allo sbocco.*

Quello, che quì si dice d'una piena si dee intendere anco dell'alzamento fatto da un semplice influente, il qual' alzamento sarà minore nel punto dell'unione de' due fiumi, se questa si farà in sito alterato dal rigurgito, di quel che sarebbe se succedesse nel tratto superiore non alterato, e si andrà poi sempre sminuendo nell'accostarsi allo sbocco, come si raccoglie dalle cose dette nel capo 8 annotazione 8. Se poi si cercasse la misura dell'alzamento predetto supposta la confluenza in sito, che soggiacia al rigurgito, ognuno può vedere, che sarebbe assai difficile il rinvenirla per le incertezze, dalle quali è inviluppata questa materia, e che si sono vedute nel detto capo 8. Tutto ciò, che parmi potersi fare per approssimarsi al re-

ro farebbe calcolare l' alzamento predetto, come se dovesse seguire in parte superiore, e non alterata dal rigurgito, e quindi avendo noto a un dipresso, per osservazioni fatte del recipiente, quel punto del suo alveo, in cui nel dato stato d'altezza dell' altro recipiente, in cui egli sbocca, e nel dato grado di piena, per cui si fa il calcolo, comincia il suo pelo ad inclinarsi notabilmente sotto la linea parallela al fondo, e al pelo basso, a cui nelle parti superiori cammina parallelo, scemare la quantità dell' alzamento calcolato nella ragione delle distanze dello sbocco del recipiente dal detto punto, e da quello della confluenza de' due fiumi. Come se il pelo del recipiente in quella portata d'acqua, per cui si fa il calcolo, fosse AB (*Fig.* 88) e il punto B fosse quello, in cui egli comincia sensibilmente ad abbassarsi sotto la direzione del suo tratto superiore AB, che era parallela al fondo, e al pelo basso, e parimente il pelo dell' altro recipiente, in cui egli sbocca nello stato, per cui si cerca l'alzamento, fosse TS, tirando per lo punto dello sbocco T l'orizzontale TE, che tagli la sezione BE in E, e supponendo, che la confluenza dovesse seguire nella sezione, che passa per lo punto K di questa linea, condotta KI parallela ad EB, farebbe come TE a TK così BE a KI. Avendo dunque calcolato l' alzamento BG, che seguirebbe per l' unione de' due fiumi se dovesse farsi nel tratto superiore AB (nel qual tratto il pelo FG de' fiumi uniti farebbe parallelo ad AB) e tirata la retta GT, se si farà come EB a KI (cioè come TE a TK) così BG ad IH, si dedurrà assai prossimamente l' altezza IH, che l' influente aggiugnerebbe al recipiente nella sezione KI fingendo la loro unione fatta in B, la qual' altezza dee esser la medesima ancorchè l' unione si faccia solo nella sezione KI. Questo metodo suppone i peli rettilinei, e che debbano concorrere coll' orizzonte TS per l'appunto nello sbocco T, le quali supposizioni potrebbero alquanto scostarsi dal giusto, come si è detto nel capo 8, e però non si dà, che per un' approssimazione.

CAPITOLO XI.

Degli scoli delle campagne, e loro regole :

OLtre i fiumi maggiori, i quali hanno origine dalle proprie fonti nelle più alte montagne, ed i torrenti, che, sebbene non hanno alimento da acque vive, nulladimeno anch' essi nascono da' monti ; vi è un' altra specie di fiumicelli, che portano acque di sole piogge, ma cominciano nelle pianure. Questi poche volte, o non mai, sono fatti dalla sola natura ; bensì dall' arte degli uomini, i quali per essiccare le campagne, e renderle idonee alla cultura, hanno scavati fossi, ne' quali immediatamente s' introduce l' acqua delle piogge, e che vanno ad unirsi con altri, e finalmente a sboccare in un' alveo comune, pure manualmente scavato, che si chiama con nome generale *scolo*, *fossa di scolo*, *condotto*, *tratturo*, *discursorio*, o in altra maniera, secondo la diversità de' paesi, e tali scoli hanno i nomi proprj, come si pra-

pratica rispetto a' fiumi. *Sono* dunque *gli scoli per lo più di pubblica ragione*; perchè è comune a molti il dritto d'introdurvi dentro le loro acque piovane, che per l'alveo de' medesimi, scorrono verso il loro termine. Si dà però il caso, che alcune campagne non abbiano bisogno di pubblico scolo per essere mantenute asciutte; e queste sono quelle, le quali sono contigue alle ripe de' fiumi, che corrono incassati, dentro de' quali, per fossi particolari, introducono l'acque loro; ma questi non meritano veruna considerazione, come che sono piccioli, e perchè la natura medesima insegna di maneggiarli.

E' il pendio delle pianure ordinariamente così poco, e la superficie delle medesime così disuguale, che *non sarebbe possibile, che l'acque delle piogge, se non fossero impetuose, senza l'uso dei fossi, potessero scorrere per esse dall'alto al basso, e lasciare le campagne in istato di perfetta cultura*, particolarmente in tempo di primavera, e di estate, quando l'erbe cresciute facessero al loro scarico notabile impedimento. E vero, che *tutte l'acque finalmente si riducono a' luoghi bassi*, e lasciano scoperti i più alti; ma è altrettanto vero, che per far ciò, è necessario lungo spazio di tempo, nel quale la terra imbevuta di soverchio umore, s'insterilisce; e che si trovano sparsi per le pianure luoghi bassi, e racchiusi, d'attorno attorno, dai terreni più alti, ne' quali adunandosi l'acqua, e non potendone uscire, di necessità sarebbe una palude, come vediamo succedere ne' paesi negletti dagli uomini. Ciò ha posti in necessità i popoli di ridurre le pianure, tutte comunicanti per via di fossi escavati, e d'indirizzare questi a quei luoghi, dove l'esperienza ha mostrato trovarsi conche, o basse continuate, e lungo di esse scavarne canali capaci a ricevere l'acque delle piogge per mezzo dei fossi delle campagne, * dal quale artificio è nata l'esiccazione d'intere provincie, rese, e mantenute fertilissime dalla continua conservazione delle primiere escavazioni.

*Annot. I.

Hanno il loro termine questi condotti, *o ne' fiumi vicini, o nelle paludi, stagni &c., o nel mare*. Quelli, che sboccano ne' fiumi, bisogna, che *servano a campagne, che siano più alte, almeno del fondo di essi, se sono temporanei; o pure del pelo basso dei medesimi, se sono perenni*. La foce parimente, che hanno al fiume può essere, *o libera, o difesa con chiaviche*: ponno avere la foce libera, cioè aperta in ogni tempo gli scoli, *il fondo de' quali è più alto, o almeno non più bas-*

basso delle piene maggiori del fiume; altrimenti se il fiume sarà torbido, rigurgitando per lo condotto, lo interrirà, e gli turerà lo sbocco; quindi è, che *i soli terreni assai alti ponno scolare, a condotto aperto, ne' fiumi*; me *se questi averanno argini* (segno manifestissimo, che le piene di essi si elevano sopra il piano delle campagne) *non sarà possibile d' avere lo sbocco sempre aperto allo scolo; ma bensì sarà necessario d' impedire con qualche macchina, che le piene del fiume non s' introducano nel condotto*, e che l' acque piovane, se ve ne sono, restino in esso, o ne' fossi delle campagne, sin dopo la piena; terminata la quale, levando l'impedimento dallo sbocco del condotto, si dà scarico alla di lui acqua nel fiume.

Vedi la Fig. 13.

Sono molti gli artficj adoprati per impedire il rigurgito de' fiumi negli scoli, dei quali non è quì luogo a trattarne, e può vedersi il Baratteri nell' *Architettura dell' acque part. pr. lib. 8. cap. 19.* I più comuni però sono le chiaviche predette: si deono bene avvertire in questi casi alcune circostanze, che danno motivo ad altrettante regole; poichè (1) *se i terreni, che deono scolarsi per un condotto munito di chiavica, sono nello stesso piano orizzontale, non è necessario, che le sponde del condotto siano arginate*, perchè l' acqua in tempo, che la chiavica sta serrata, o non potrà sormontarle in alcuna parte, o sormontandole per troppa abbondanza, dovrà allagare egualmente tutte le campagne, effetto, che non ponno impedire gli argini; i quali perciò non porteranno veruna utilità; se questa non sia (in caso, che la chiavica si rompesse, accidente assai raro) d' impedire l' innondazione delle campagne, per lo qual fine si richiederebbero altre cautele. (2) Ma *se i terreni saranno declivi verso lo sbocco, come il più delle volte sono, sarà d' uopo, che gli argini del condotto, nella parte della campagna più bassa, siano elevati tanto, che bastino a pareggiare l' altezza della campagna più alta*; altrimenti l' acqua, ch' è tramandata da questa, potrà sormontarli, e fare innondazioni; quindi è (3) che *i terreni, i quali hanno gran declività nella loro superficie, non ponno avere lo scolo con chiavica, senza allagare i terreni inferiori, nel tempo della chiusura*; e perciò in tal caso (4) *bisogna separare lo scolo dei terreni alti* (tanto almeno, quanto la massima piena del fiume) *da quello degli altri; che sono più bassi, e mandare il primo a sboccare a foce aperta, ma munito di argini tanto alti, che possano sostenere il rigurgito, nel fiume; e provvedere il secondo di chiavica, arginandolo*, quando occorra, nella maniera di sopra

pra accennata. E' vero, che se l'acqua dello scolo aperto non correrà anch'essa, ed in tale abbondanza, che basti ad impedire il rigurgito della torbida; venendo la piena al fiume, l'interrirà; e può darsi il caso, facilissimo a succedere, che l'acqua dello scolo sia in sì poca quantità, che non basti, fatti che siano gl'interrimenti, a rimuoverli; e conseguentemente, che siano necessarie nuove, e replicate escavazioni. In tal caso (5) può aver luogo la chiavica *da chiudersi nel venire della piena del fiume, fintantochè l'acqua dello scolo sia alzata al pari di quella della piena, e poi da aprirsi di nuovo per dar esito alla nuov' acqua dello scolo, che sopravverrà;* poichè così sarà impedito il rigurgito della torbida, e la sopravveniente dello scolo avrà il suo scarico, e s'impediranno le innondazioni. (6) *Lo scolo dei terreni più bassi può aver' esito, col beneficio delle chiaviche, o nel fiume, o nel condotto predetto; ma più facilmente in quello, che in questo;* perchè più si abbassa l'acqua del fiume, che quella dello scolo, anche a causa degl'interrimenti, che succedono nell'alveo del condotto, e non ponno accadere in quello del fiume, nel quale per conseguenza si averà maggiore la caduta.

Gli scoli, che vanno a terminare nelle paludi, stagni, e simili, ordinariamente hanno lo sbocco aperto; e la ragione si è, perchè la differenza fra il maggiore alzamento, e il maggiore abbassamento dell' acqua delle paludi, per lo più, non è tanta, che meriti, per impedirne il rigurgito, l'applicazione alla fabbrica della chiavica, e la fatica di maneggiarla; tanto più, che i terreni, i quali debbono scolarsi in esse, sono più alti del pelo altissimo della palude medesima, come che da essi deriva la copia dell'acqua, che la rende gonfia; oltre che non si dee temere di alcuno interrimento per lo rigurgito dell'acqua, che sempre è chiara. E' alle volte però così poca la declività del piano di campagna nelle parti inferiori contigue alla palude, che restando per la sua altezza, la maggior parte dell'anno, asciutto, solo in tempo de i maggiori gonfiamenti, si bagna per lungo tratto: *in tali circostanze torna a conto il difendere con argini circondanti il terreno più alto,* acciocchè, crescendo l'acqua della palude, non s'innondi, ed in detto tempo trattenere nelle campagne l'acque piovane, che poscia, nel calare della palude, ponno scaricarsi in essa per uno, o più tagli fatti nell'argine medesimo. Tali siti non si riducono a cultura per-

fet-

ferra, come di sua natura paludosi; ma bensì si mantengono ad uso di pascoli, o di prati, ai quali giova l' umidità del terreno. Similmente, quando le paludi patiscono notabile accrescimento, come quando vi entrano de i fiumi, o sono soggette a ricevere le acque de i medesimi per espansione sopra le sponde di essi; allora ponno aver luogo le chiaviche agli sbocchi degli scoli; ma *prima di risolvere di valersene, bisogna avere risflesso alla durata del gonfiamento della palude; all' altezza di esso; alla condizione de i terreni; e simili*; perchè da tali circostanze può essa essere resa, o fruttuosa, o infruttuosa.

Quei condotti, che hanno esito immediato nel mare, richiedono anch' essi diverse considerazioni, secondo la diversità delle circostanze. Posciachè *il flusso, e riflusso, ed il gonfiamento delle borasche, talora riescono di danno alle foci degli scoli, e talora di utile*. Ognuno sa, che *il mare si forma da se medesimo gli argini* all' intorno, con monticelli di arena continuati, che da alcuni sono chiamati *dunne*, e da altri *albajoni*. L' altezza di questi difende il terreno interiore dalle innondazioni, che seguirebbero in tempo di borasca, e talvolta, anche in tempo della consueta marea. Bisogna tagliare queste dunne, per introdurre il condotto nel mare, ma nello stesso tempo bisogna armarlo di forti argini, acciò introducendosi per lo taglio delle dunne, l'acqua del mare borascoso non si allarghi per le campagne a sommergerle, come qualche volta è succeduto nei paesi bassi, per sempre. Quindi per non mettersi a tal'azzardo *si suole provvedere con forti chiaviche*, che serrandosi quando il mare è alto, lo obbligano a contenersi ne' soliti limiti, ed aprendosi in mar basso, danno scolo alle acque trattenute nel tempo della chiusura. *In alcuni scoli*, però, che, o per la lunghezza del viaggio, o per altra cagione sono abbondanti di acqua in ogni tempo, ed equivagliano ai piccioli fiumi, *può darsi il caso, che le chiaviche non siano necessarie*, bastando l' influsso perenne di acqua abbondante, a rispingere quella del mare; siccome non occorrono in quei siti, nei quali la campagna, scostandosi dal lido, si alza sempre, e considerabilmente. *L' osservazione dell' alzamento, che fa il mare tempestoso, paragonato al livello del piano della campagna, farà ben conoscere, quali siano gli scoli, che richiedono chiaviche, e quali no*; e di qual sorte di argini debbano essere provveduti. Vi sono degli *scoli di campagna*, i quali *hanno le sue foci al mare così ampie, e*

pro-

profonde, che formano piccioli porti, e danno ricovero a qualche nave di mediocre grandezza: tal'effetto può nascere, o dal fondo naturale del mare in quel sito; o dall'abbondanza dell'acqua dello scolo, o dalla situazione del lido; o dalla direzione dello sbocco, non soggetta a quei venti impetuosi, che spingono nelle tempeste l'arena alla spiaggia; o dal flusso, e riflusso copioso del mare; o da qualche altro principio, che rimuova le cause degl'interrimenti, e promuova quella dell'escavazioni, difficile ad immaginarsi senza l'osservazione oculare, e particolare del luogo. All'incontro * *ve ne sono degli altri, lo sbocco dei quali*, per così dire, *ad ogni soffio di vento contrario si serra*; e questi fa di mestieri, o *divertirli ad altra parte*; o pure ristringendo l'acqua con palificate, *fare, che essa entri nel mare velocemente*, dimodochè vaglia a corrodere l'arena deposta, e ad impedire nuove deposizioni.

* Annot. II.

Nell'uso degli scoli non basta avere una buona foce; ma di più vi *è necessario, che le campagne possano tramandarvi dentro l'acqua delle piogge, e che l'alveo degli scoli medesimi non le spanda lateralmente*; perciò bisogna riflettere, che essendo, per lo più, l'acqua di tali fiumicelli assai scarsa, in paragone di quella degli altri fiumi, se la medesima fosse torbida, acquisterebbe una considerabile caduta prima di stabilirsi l'alveo, la quale farebbe, che nelle pianure di poco pendio, il fondo si elevasse notabilmente sopra il piano di terra, e si rendesse incapace a ricevere l'acqua delle campagne; quindi è, che *da tal sorte di acque non occorre aspettare veruna escavazione; ma* piuttosto *è necessario con opera manuale formare loro l'alveo*, e preparare la strada, che deono tenere per portarsi al loro esito.

Quì è d'avvertire, che *l'escavazione de i condotti dee essere fatta così profonda, che possa ricevere l'acqua in grande abbondanza, e non lasci elevare il di lei pelo sopra il piano delle campagne*; e, se è possibile, ne meno sopra il fondo de i fossi, che dentro vi scorrono. Oltre questi termini, è superflua ogni escavazione; perchè allo scolo de i terreni *basta, che i fossi privati restino asciutti dopo le piogge*. Tale beneficio però in luoghi bassi, molte volte, non si può ottenere con tutta l'escavazione possibile; attesochè, disposto che sia il fondo del condotto alla situazione orizzontale, più bassa del livello del recipiente, quanto dee essere il fondo della foce del condotto; se sotto di esso si farà maggiore escavazione, a poco altro servirà, che a tirare all'insù maggiore rigurgito, o a fare de i gorghi

nel fondo del condotto; oltre che le escavazioni, quanto più sono profonde, addimandano maggior larghezza nella parte superiore di esse, che nel nostro caso sarebbe un consumo di terreno ben grande, senza corrispondente utilità. Egli è ben vero, che *nell' escavazione di questi condotti è meglio abbondare nel molto, che mancare anche in poco*; e la ragione si è, perchè, non ostante, che gli scoli delle campagne non portino, che acque chiare; queste non ponno però essere mai tanto limpide, che non admettano qualche mistura di limo, il quale viene portato via dalla superficie de i campi, particolarmente in tempo di piogge impetuose; e se non altro dal dirupamento, e slavamento delle ripe del condotto medesimo; e perciò, godendo l'acqua poca velocità di corso, a causa sì del poco pendio dell'alveo, sì del poco corpo d'acqua, è necessario, che la materia terrea deponendosi, alzi il fondo del condotto; e per conseguenza si elevi il pelo dell'acqua, sul quale non potranno più avere esito felice, le acque delle campagne; perciò *quanto maggiore sarà l'escavazione, tanto più starà il fondo del condotto ad arrivare a quel segno d'interrimento, che può rendersi nocivo*; ma per lo contrario essendo difettosa la primiera escavazione, immediatamente, e sempre più, si sentiranno le conseguenze del difetto, che anderà accrescendosi; e sarà necessario di pensare ad una nuova escavazione. Quindi è, che gli scoli non potendo da se mantenersi scavati, e necessariamente dovendo interrirsi, per le cause sopraddette inevitabili (oltre altre molte, che o l'ignoranza, o la malizia, permette, e frappone) hanno bisogno le fosse di scolo di temporanei, replicati scavamenti, che alle occasioni, deono intraprendersi con buone regole.

*Annot. III. * I. Verte la prima circa lo sbocco, *il fondo del quale, quanto più s'abbasserà sotto il pelo dell'acqua, in cui dee avere esito il condotto, tanto più sarà felice lo scolo*: il che però si dee intendere nei casi, nei quali la situazione della campagna addimandi, che si procura tutta la possibile felicità di scolo: per altro, *quando i terreni sono alti, basta provvederli abbondantemente di scolo, e tralasciare quel più, che si potrebbe avere*, sì per non intraprendere spese inutili, sì per impedire i mali effetti dell'escavazioni troppo profonde. *L'abbassamento perciò dello sbocco, mai non si dee fare sotto il fondo del fiume, palude, o altro vaso, dentro il quale egli si apre*, perchè ciò sarebbe un getto inutile, e di fatica, e di spesa; *ne meno si dee sempre abbassare*

fare lo sbocco, fino al fondo predetto, se la necessità non lo richiede. Ma occorrendo di farlo, come molte volte succede *a quelli, che entrano nelle paludi*; perchè la maggior profondità di queste non si trova, che rare volte, nella circonferenza, ma per lo più al dentro di esse: *si dee prolungare l'escavazione, fino al luogo più profondo*; e s'è possibile, aperto, e libero dagl' impedimenti, che portano allo scarico delle acque, l'erbe nascenti ne' luoghi paludosi.

II. La seconda regola è, che *l'escavazioni, che si fanno dentro le paludi per gli scoli, non deono essere secondate da argini*, se per altro motivo non sono necessarj; ma se pure la terra dell'escavazione dee fare qualche alzamento alle sponde, *si dee con tagli, dare comunicazione all' acqua della palude con quella dello scolo*; e la ragione di ciò è, perchè *quanto più presto le acque correnti trovano il pelo d' acqua, sul quale debbono spianarsi, tanto più restano basse di superficie nelle parti superiori*.

III. Situato lo sbocco, e profondato quanto basta, si ha da determinare il fondo della escavazione, che ha da essere regolato dalla superficie dei terreni, che dentro vi deono scolare, avendo riguardo ai più bassi; e perciò talora, nelle parti inferiori può essere necessaria l' escavazione fino a'l' orizzontale del fondo dello sbocco, e talvolta può avere qualche declività maggiore, o minore secondo la diversità dei casi; perciò non è necessario, che il fondo de i condotti stia disteso, secondo tutta la sua lunghezza, sul tipo d' una sola cadente; ma può averne diverse, secondo la differente positura della superficie delle campagne; ond'è, che questa, prima di determinare cosa alcuna, dovrà bene esaminarsi colla livellazione; nel fare la quale (* per isfuggire gli errori, che inevitabilmente si commettono nell' uso degli altri livelli, quantunque provveduti di cannocchiali &c.) consiglierei sempre, a valersi dell' acqua de i condotti medesimi, resa stagnante con argini trasversali; e di quella de i fossi delle campagne; per esaminare la situazione di esse. *ANNOT. IV.

Quì mi si presenta l' occasione di manifestare un' *errore* assai *comune, ch' è di congetturare la felicità di uno scolo dalla velocità, colla quale si vede correre l' acqua di esso*. Non v' ha dubbio, per quello, che tante volte si è detto, che la velocità dell' acqua non dipenda, o dal declivio dell' alveo, o dall' altezza viva della medesima; ogni volta, adunque, che l' acqua si vedrà correre con gran velocità, biso-

bisognerà dire, o che l'alveo sia molto declive, o che l'altezza del corpo di acqua sia grande: e ciò (sia nell'una, o nell'altra maniera) porta pregiudicio allo scolo; poichè, se si parla della declività dell'alveo, * certo è, che quando l'alveo è più declive, il di lui fondo progredendo dal basso all'alto, si va più elevando; e per conseguenza va avvicinandosi al piano delle campagne, più che non farebbe, quando il medesimo alveo avesse minore declività; il che vuol dire, *che la gran caduta dello scolo, ne leva altrettanta ai fossi particolari*, che è quella, che principalmente dee desiderarsi; rispetto poi all'altezza viva dell'acqua dello scolo, ognuno sa, che *quanto è maggiore l'altezza dell'acqua, tanto più difficilmente vi entra dentro quella de i fossi laterali*; e perciò per l'uno, e per l'altro capo, *la velocità dell'acqua del condotto non arguisce bontà in esso; ma più tosto interrimento del di lui fondo*; ed in fatti le acque degli scoli interriti, nel sormontare, che fanno, i dossi dell'interrimento, acquistano velocità maggiore, precipitando, per così dire, da essi; e da ciò principalmente si deduce l'esistenza del dosso medesimo. *Perchè uno scolo goda di tutta la felicità possibile, conviene, che il di lui pelo di acqua sia sempre orizzontale a quello del recipiente*: e ciò è incompatibile, colla caduta del fondo dell'alveo, e colla grande altezza viva dell'acqua, che corre per esso; bensì *concorre a rendere il pelo medesimo, se non affatto orizzontale, almeno insensibilmente differente da esso, il togliere tutta la caduta al fondo del condotto, ed il darli tale latitudine, che per la soprabbondanza di essa, renda l'acqua, quasi stagnante*, ed abbassata, quasi sul pelo del recipiente: circostanza, che toglie a questa quel grado di velocità, che per altro avrebbe, ristretto che fosse l'alveo. Piuttosto, adunque, *dal vedere l'acqua di uno scolo, seguitamente fino al suo termine, con poco moto, si può arguire, ch'esso faccia il suo ufficio con felicità*, che dall'osservare in esso le acque assai veloci.

* Annot. V.

Io non voglio perciò negare, che la velocità dell'acqua in un condotto, non sia una condizione desiderabile, ed utile, per mantenere espurgato il di lui alveo, o almeno per impedire, che l'interrimento non si faccia così sollecitamente; ma tale io l'asserisco solo nei casi, nei quali i fossi particolari hanno in esso tutta la caduta, che loro fa di mestieri, e ne avanza al condotto tanta, che basti a smaltire l'acqua con gran velocità; altrimenti, *se la*

cadu-

caduta del condotto, come il più delle volte accade, *leva a' fossi quella, che loro è necessaria, bisogna toglierla ai primi, ed aggiungerla ai secondi, resti, o no, veloce il corso dell' acqua del pubblico scolo.* Prescindendo da ciò, *torna sempre a conto di fare, che l' acqua del predetto scolo corra, il più veloce, che sia possibile, al suo termine*, acciocchè la velocità influisca in tenere più bassa la di lei superficie; *ciò si otterrà*, se si allontaneranno tutti gl' impedimenti; siano essi, o erbe nate nel fondo dell' alveo, che in luoghi simili sono solite crescere ben' alte, e impedire col loro corpo, ristringendo le sezioni del condotto, ed in altra maniera, la velocità all' acqua; o ponti; o lavorieri da pesche; o ripari; o simili; similmente, se lo scolo quando le altre circostanze lo permettano) si porterà al suo termine per la più breve linea; se si toglieranno, quanto sia possibile, le tortuosità; se lo sbocco dei fossi particolari entrerà a seconda della corrente; e generalmente, *se si terrà lontano tutto ciò, che serve di ritardo al corso dell' acqua.*

IV. *La terra escavata dal condotto* (siasi, o nella primiera construzione di esso, o nelle reiterate escavazioni) *si porti, o si getti al largo, lontano dalla ripa del condotto*, acciocchè le pioggie non ve la riportino dentro; e per la stessa ragione *bisognando regolarla in argine, si proccuri, che la scarpa di esso verso il condotto, sia poco declive, e tale sia anche quella dell' escavazione.*

V. Rispetto alla *larghezza degli scoli*, è certo, che *quanto sarà maggiore, tanto sarà migliore;* si dee però avvertire di non consumare inutilmente il terreno; particolarmente nei casi, nei quali la caduta dei terreni può admettere minore la larghezza, e collo stesso beneficio: ma negli *scoli, che sono muniti di chiavica, le fosse deono essere tanto larghe, che possano contenere, occorrendo, coll' ajuto dei fossi delle campagne, tutta, o la maggior parte dell' acqua, che può piovere nel tempo, nel quale* regolarmente *suol stare serrata la chiavica.*

VI. Nell'elezione del luogo, nel quale si *deono fabbricare le chiaviche*, si dee avere una particolare avvertenza; poichè debbono farsi *in tale distanza dal fiume, che la corrosione non possa avanzarsi a scuotere i di lei fondamenti*; altrimenti si sarà in pericolo di perdere in breve tempo l' uso di essa, e di obbligare gl' interessati alla spesa di nuova fabbrica; *non dee però detta distanza essere soverchia;* attesochè interrendosi ad ogni piena del fiume recipiente, quan-

do

do sia torbido, il canale, che dalla chiavica va al labbro del fiume, rendesi maggiore la spesa dell'escavazione, quanto più il detto canale è lungo. In oltre *dee lo sbocco di detto canale, secondare colla sua direzione la corrente del fiume*, e non mai terminare in un'alluvione, per la ragione allegata. Quindi è, che bisogna talmente attemperare le cose, che si uniscano insieme la sicurezza delle chiaviche, e la minore spesa possibile per l'escavazione del canale, che sta avanti di esse.

Quanto al maneggiare le medesime, non vi ha dubbio, che le regole dipendono dalla pratica, e dalla esperienza degli effetti, sì del fiume, nel quale esse sboccano, sì del condotto, il quale da esse è terminato: generalmente però si può dare per regola, che *le chiaviche debbano stare aperte, ogni volta, che l'acqua del condotto è, o sarebbe, chiusa che fosse la chiavica, più alta di quella del fiume; e sempre serrata, quando quella del fiume è più alta di quella del condotto*; perciò può darsi il caso, che un fiume corra con una piena altissima, e, non ostante, restino aperte le porte delle chiaviche; ed all'incontro debbano restar chiuse le medesime in una piena mezzana; perchè, se nel primo caso il condotto porterà acqua abbondante, potrà la di lei altezza pareggiare, ed anco superare quella della piena; ma nel secondo, può essere l'acqua dello scolo così scarsa, che la piena mezzana la superi di molto, nell'elevazione della superficie:

Serve anche per regola universale la seguente, cioè, *se l'interrimento fatto nel canale esteriore alla chiavica, cessando la piena, resta più basso, che il pelo dell'acqua ritenuta nel condotto inferiore*; purchè in tale stato si possano aprire le porte, *basta dar'esito all'acqua del condotto*; poichè questa coopererà ad escavare, o totalmente escaverà col suo corso l'interrimento di detto canale; tanto più, ch'egli suol'essere facile ad essere levato, quando non sia ancora stato asciugato dal Sole; poichè, in tale stato suol'essere, per così dire, di natura mezzana fra l'acqua, e la terra. All'incontro *restando l'interrimento più alto del pelo dell'acqua interiore alla chiavica, conviene escavare manualmente un picciolo fossetto, e profondarlo tanto, che, alzata che sia la porta della chiavica, possa correre per esso l'acqua trattenuta*; ed attendere, che col beneficio, o del solo corso dell'acqua, o d'ajuto aggiuntovi, si levi il restante dell'interrimento; avvertendo sempre, che ciò, che si conosce

non

non potere ottenersi dalla sola forza dell'acqua, si dee impetrare dalla fatica degli uomini.

VII. Hanno gli scoli le loro piene *in tempo di piogge*, e correndo ristretti fra le ripe, *può essere, che il corpo di acqua di essi tanto si elevi, che possa sormontare le sponde nei siti inferiori:* in tal caso, *è necessaria la difesa degli argini*, per impedire le innondazioni; ma i medesimi difficultano l'uso dello scolo ai terreni contigui; quindi fa di mestieri, che *questi abbiano uno scolo particolare, e in niuna maniera comunicante col primo; o pure*, dovendo essi scolare in questo, che *si provveda di chiaviche da chiudere in tempo di piena, e da aprirsi dopo, che sarà cessata.* Può anche darsi il caso, che, se il condotto principale entrerà senza chiavica in un fiume, gl'interrimenti fatti dai rigurgiti di questo, non pregiudichino già allo scolo de' terreni superiori; ma bensì a quello dei terreni inferiori, e riesca troppo dispendioso il levarli ad ogni piena; allora, *se vi sarà luogo più idoneo, non torna conto di sboccare lo scolo minore nel maggiore*, ma bensì di portarlo ad altro termine più basso; e sebbene, qualche volta, osta l'andamento del medesimo scolo maggiore, il quale interseca la strada, che dovrebbe fare il minore; nulladimeno *si può per via di botte sotterranea, far passare l'acqua sotto il di lui fondo, ed incamminarla a luogo conveniente*, come ordinariamente si pratica nei casi simili, e quando i terreni sono così bassi di superficie, che richiedono, per lo scolo delle acque proprie, maggiore bassezza alla foce del condotto.

Giacchè l'occasione ha portato di avere a far menzione delle botti sotterranee, non sarà fuori di proposito di aggiugnere, per compimento di questa materia, qualche considerazione intorno di esse. Non è cosa nuova, che due corsi di acqua s'intersechino, l'un l'altro, senza mischiarsi insieme di sorte veruna; e siccome procedono da diverse parti, così si portino, dopo l'intersecazione, verso parti contrarie. Ciò s'osserva frequentemente nei canali d'irrigazione, che bagnano, quasi tutta la Lombardia; e nei condotti, pure di scolo, che tengono essiccata gran parte del Ferrarese, del Polesine di Rovigo, e del Padovano. Si pratica ciò col far passare un canale sotto, o sopra di un'altro, facendogli un'alveo separato, o di muro, o di legname, per lo quale si porti da una ripa all'altra del canale, che si traversa. * Se tale fabbrica si fa in maniera, che possa servire di alveo ad un canale, *Annot. VI.

 che

che passi sopra dell'acqua di un'altro, il quale scorra per un'alveo di terra, ella si chiama *ponte-canale*; perchè, per l'appunto, fa l'ufficio di ponte, ed insieme quello di canale; ma se la medesima fabbrica porterà l'acqua sotto il fondo di un'altro fiume, o canale, che pure abbia l'alveo suo formato di terra, allora si chiama *botte sotterranea*.

I ponti canali sono di due sorti; poichè, o essi sono così elevati sopra il pelo del canale, sopra del quale passano, che il detto pelo, nè anche in tempo di piena, arrivi a toccarli; o pure così poco, che o in tempo di piena, o sempre, si faccia del ristagno dalla parte superiore. Sopra dei primi cadono poche considerazioni: solo si dee avvertire, che la loro altezza non pregiudichi alla caduta, necessaria alla parte superiore del canale, che dentro vi corre, e che perciò non obblighi a soverchie, e replicate escavazioni; buona regola perciò sarebbe, *che il loro fondo si accomodasse alla cadente naturale del fondo di esso canale*; perchè situandolo alla prima più basso, si leverà la caduta alla parte inferiore, e perciò succederanno deposizioni, che obbligheranno a fare nuovo alzamento di sponde, o pure a mantenere scavato l'alveo predetto; e facendolo più alto, si faranno interrimenti nella parte superiore, e nella inferiore vi sarà una cateratta, che col corso troppo veloce dell'acqua potrà mettere in pericolo la fabbrica; ben'è vero, che in tali casi, nei quali, per lo più, i canali sono piccioli, le cadute sono altresì difettose, e l'escavazione supplisce ad ogni cativo effetto. Ma, se si dovesse praticare tale artificio in fiumi grandi, sarebbe necessaria ogni maggiore avvertenza, e si dovrebbe anche considerare ciò, che potesse succedere, quando per alcuno di quelli accidenti, dei quali non manca l'incertezza delle cose mondane, restasse, o deteriorata, o distrutta la fabbrica del ponte-canale; che mezzi potessero tenersi nella di lui riedificazione, o ristorazione; a qual parte si dovesse nel tempo dell'operazione divertire il fiume; onde si avesse a ricavare il denaro; e se l'enormità della spesa necessaria, per eseguire simili intraprese, avesse in contrapposto quell'utile, ch'ella merita. Quindi è, che *le fabbriche di tal sorte non si vedono in uso, che per acque mediocri, e per lo più chiare*, circa le quali non sono necessarie tante cautele.

I ponti-canali poi, i quali col loro fondo arrivano a toccare la

superficie dell'acque del fiume, che traversano, oltre le predette riflessioni, addimandano la ponderazione degli effetti, che ponno succedere nel fiume inferiore, i quali, *quando veramente non succeda ristagno d'acqua, non saranno differenti da quelli, che fa un ponte ordinario*, dei quali abbiamo avuto discorso nel *cap. VII*, ma quando faccia ristagno, cioè, quando la superficie dell'acqua del fiume inferiore sia obbligata, a causa dell'impedimento incontrato, ad elevarsi nella parte superiore al ponte-canale, più della di lui apertura; allora, secondo la diversa velocità dell'acqua, nasceranno effetti diversi; poichè *in ogni maniera l'acqua impedita vorrà farsi, davanti al ponte, quell'altezza, che può essere sufficiente ad acquistare tanta velocità, da passare tutta per lo vano del ponte medesimo*; e perchè, trovandosi l'acqua molto veloce, per causa dei gradi di celerità acquistati nella discesa, non accresce a sè medesima nuova velocità per poca altezza d'acqua sopraggiunta; può darsi il caso, che questa si faccia tanto grande, che sormonti le ripe, o l'ostacolo del Ponte-canale; e con ciò, o trovi altra strada al suo corso, o renda inutile, ed anche rovini la fabbrica di esso. *Ordinariamente* però, ciò non accaderà; ma *acquisterà l'acqua tale altezza, che potrà passare per lo vacuo del ponte*. Ben'è vero, che accrescendosi con questo mezzo la velocità dell'acqua medesima, *se il fondo del canale inferiore non avrà una soglia stabile, si formerà un gorgo sotto il ponte, che potrà mettere in pericolo i fondamenti di esso*; i quali, perciò, nell'ideare la fabbrica del medesimo, si deono determinare molto profondi, ad oggetto di prevenire il pericolo. E' superfluo il motivare, che *la larghezza di queste fabbriche, non dee essere minore di quella dell'alveo ordinario del canale*, che dee passare per esse, e che *la loro lunghezza non dee estendersi, solamente per tutta la larghezza del fiume inferiore, ma molto più*, col fine d'impedire, che l'acqua del canale superiore, o trapellando per li pori della terra, o rodendo da alcuna parte le proprie sponde, non si faccia strada, o non si apra una foce nelle sponde dell'inferiore; e perciò *nei fiumi, le corrosioni dei quali non sono facili da impedire, l'esito dei ponti canali è incerto*, non avendosi sicurezza, ch'essi debbano sempre andare ad imboccarli.

Simboleggiano coi ponti-canali di quest'ultima sorte *le botti sotterranee*; poichè queste *non sono altro, che il vano, che lasciano essi sotto*

Vedi la Fig. 55. e 56.

 sotto

fotto di loro, fortificato con fabbrica di muro, o di legno: queste pure sono di due sorti, cioè, o col fondo piano, o col fondo concavo: le prime di nuovo si dividono, perchè, o l'acque passano per la botte liberamente, e senza essere trattenute; o pure con ristagno. *Le botti libere traversano il fiume, o canale superiore per di sotto, senz' alcuna variazione nel corso dell' acqua del canale inferiore*; ma dee avvertirsi, che non ponno aver luogo, che in caso di traversare un fiume, il fondo del quale sia molto elevato sopra quello del canale, che passa per esse; ed *è necessario, che la differenza delle cadute, addimandate dall' uno, e dall' altro canale, per condursi al suo termine, sia almeno tanta quanta dev' essere l' altezza della botte, compresa la grossezza del volto di essa; e la caduta sia maggiore nel canale superiore*; altrimenti, parlando di acque, che interriscano gli alvei propri,* o la botte muterà natura, o si renderà inutile in breve tempo. *Le botti ristagnate* poi *producono quegli effetti, che* di sopra *abbiamo detto succedere, quando l' acque, che passano sotto i ponti canali, fanno del ristagno*, ed a questo si dee avere riguardo, nel munire di argini il canale dalla parte di sopra. Finalmente *le botti, che hanno il fondo concavo, sono del genere di quelle, che hanno necessario il ristagno*; e si praticano nei casi, nei quali si deono traversare fiumi, o canali più bassi di fondo di quello permetta la cadente del canale, che dee passare per la botte; poichè, *se il canale traversato esigerà caduta minore di quella, che addimanda il canale traversante, bisognerà, che questo si passi sopra per un ponte-canale; o non potendo* (come quando la differenza di dette cadute è minore del corpo d'acqua, che porta il canale traversato) *passi sotto il di lui fondo, ma per una botte concava*, dentro la quale discendendo l' acqua dalla parte superiore, risalti poi, e torni fuori a forza d' equilibrio nella parte inferiore, dove trovando un' alveo proporzionato, s' incammini per esso al suo viaggio. *L' acqua*, che corre per botti di questa sorte, s'ella *è perenne bisogna, che le mantenga sempre piene*; perchè è necessaria la continuazione dell' acqua, e la resistenza delle sponde, acciò la forza dell' equilibrio possa operare; anzi *le parti interiori tutte della fabbrica patiscono dall' acqua medesima, una spinta considerabile, che rendesi maggiore, quanto più grande è la saetta della concavità*, cioè a dire, quanto più la medesima botte resta profonda; quindi è, che nel destinare le grossezze dei volti di essa, bisogna avere riflesso alla forza, alla quale

*Annot. VII.

quale deono resistere ; ed abbondare piuttosto, che mancare nella robustezza, e buona construzione del lavoro, attesa la difficoltà, che si può incontrare nell'avere di nuovo a porvi le mani a cagione, sì del canale, che vi passa sopra, sì di quello, che dentro vi dee scorrere. *Le botti concave non ponno servire per acque, che portino sassi, o ghiare*, perchè queste materie non trovano già difficoltà veruna ad entrare in esse; ma ne incontrano molta all'uscirne, che si rende loro difficile, se non impossibile, contrastando al rimontare in alto, la gravità delle medesime: quindi è, che in tali circostanze riempiendosi, si chiude il passaggio all'acqua, e la botte cessa dal suo ufficio; lo stesso fanno, ma in più lungo spazio di tempo, l'acque, che depongono de i tartari da i lati de i condotti, che le portano; e perciò bisogna esaminare la natura dell'acqua, prima d'intraprendere il lavoro.

Gli effetti sono di dare il passaggio assai buono alle acque da una parte all'altra del fiume, che traversano, quando anche portino materia limosa; perchè questa, restando incorporata all'acqua, seguita con facilità i moti di essa; e cessando il corso, può ben deporsi il limo; ma restando bagnato dall'acqua continua, che resta stagnante nel concavo della botte, è facile a sollevarsi di nuovo, e ad uscirne al primo corso d'acqua, che sopravvenga. Maggiore difficoltà s'incontrerà nelle materie arenose, che ponno essere di differente peso, e grossezza; delle quali perciò, altre usciranno con facilità, altre con difficoltà, ed altre di niuna maniera; dipendendo ciò dalla proporzione, che ha la forza dell'acqua alla resistenza della materia, che da essa dev'essere trasportata; per determinare la forza dell'acqua, serve molto l'osservazione della differenza del livello de' peli d'acqua, tanto all'entrare, che all'uscire dalla botte; poichè, *se il pelo dell'acqua, che entra, sarà orizzontale con quello dell'acqua, che esce*, (come succede, quando i fondi del canale superiore, ed inferiore, sono nella cadente medesima, e l'acqua non riceve impedimento veruno all'entrata) *eguale sarà la forza dell'acqua da una parte, e dall'altra della botte*; ma, *se l'acqua avrà il pelo più alto all'entrare, che all'uscire dalla botte, allora maggiore sarà la forza dell'acqua, che esce.* La resistenza poi della materia, che dee essere trasportata, si varia dalla mole, e gravità de i piccioli rottami di essa; e quando non possa essere sollevata,

ta, ed incorporata all'acqua, come succede alle arene più grosse, si varia in più modi la resistenza di queste, secondo la diversa inclinazione del piano, sul quale deono scorrere; quindi è, che *la diversa concavità della botte contribuisce molto, o a lasciare uscire, o a trattenere le materie pesanti*, essendo certo, che la medesima molecola di arena, potrà essere trasportata da una forza determinata per un piano poco acclive, e non potrà essere spinta un pelo, dalla forza medesima, accrescendosi l'acclività. Tutto ciò fa conoscere, che l'uso delle botti sotterranee particolarmente di quest' ultima spezie, si estende poco più oltre, che a piccioli canali, che portino acque chiare, come sono gli scoli delle campagne, e simili; e che i ponti-canali a poco altro servono, che ai canali regolati, o ai piccioli fiumicelli temporanei, i quali poco importa, se siano torbidi, o portino materia ghiarosa, purchè il fondo del ponte-canale sia accomodato alla naturale cadente di essi.

Ritornando alla materia degli scoli, resta da determinare un punto, che suol cagionare molte volte dispareri ben grandi fra quelli, che si credono interessati in un pubblico condotto; ed è, *se sia meglio unire tutte l'acque di una ragione, o tratto di paese, in una sola fossa di scolo, o pure dividerle, mandandole per diversi condotti al loro termine*. Noi abbiamo detto nel *Cap. IX* parlando dell' unione di più fiumi insieme, che quanto maggiore è il corpo d'acqua, che corre per un fiume, tanto maggiormente si profonda il di lui alveo, e tanto più s' abbassa la di lui superficie nelle massime piene; se questa dottrina si potesse applicare agli alvei degli scoli, sarebbe decisa la quistione, a favore dell'unione di tutte le acque in un solo condotto; ma in fatti ella non è applicabile; perchè parlando di fiumi, s' intende, che abbiano gli alvei stabiliti, e non possano elevarsi per deposizione di materia, il che non succede negli *scoli*, che *hanno sempre* dall'escavazione manuale *declività minore di quella, che richiede l'unione delle loro circostanze;* non mantenendosi adunque gli scoli escavati a forza di corso di acqua, nè meno può l'acqua aggiunta, se non sia quella di un fiume ben grande, accrescer loro il profondamento dell'alveo; e perciò *converrà, che quanto maggiore è il corpo di acqua, che scorre per esso, tanto più alto sia il di lei pelo*; e per conseguenza *può darsi il caso, che pregiudichi allo scolo de' fossi particolari*, che *deono avere l'ingresso nell' alveo medesimo*. Si dee dunque avvertire all'alzamen-

mento del pelo, che ponno fare nel condotto tutte le acque unite; e quando esso resti in istato di non rendersi nocivo a veruno, *quante più acque si uniscono, tanto è più utile*; perchè, oltre il consumare meno di terreno, e il non intersecare la campagna con tanti condotti, si uniscono altresì più borse in un solo interesse, cioè alla manutenzione dell'alveo dello scolo, che riesce meno dispendiosa a' particolari. Bisogna adunque, *quando si tratta di aggiugnere nuov' acqua ad un condotto di scolo, nè subito rigettare la proposizione, nè subito approvarla; ma bensì ponderare gli effetti, che ne ponno succedere*; e, rinvenutili, mettere in bilancia i vantaggi, ed i pregiudicj, che se ne ponno ricevere; e secondo la prevalenza, o degli uni, o degli altri, risolversi, o ad ammettere la proposizione con equità, o a rigettarla con giustizia; e quando la disposizione della legge obblighi la parte inferiore a ricevere le acque, tutto che nuove, della superiore, anche con pregiudicio, pensare a que' ripieghi, che ponno togliere, o almeno sminuire il danno, fra i quali non ha picciola parte la dilatazione dell'alveo del condotto.

Circa l'elezione dei luoghi, per li quali si deono far passare le fosse di scolo, abbiamo detto di sopra, essere essi, per lo più indicati dalla natura, col fare da se la strada allo scarico delle acque; e perciò non è, alle volte, troppo sano consiglio, col motivo di abbreviare la linea dello scolo, mutargli situazione; perchè i terreni più bassi, restando in sito lontano dal condotto, può essere, che comincino a patire di scolo. E' però certo, che, in parità di circostanze, la linea retta è sempre da preferirsi alla curva; ma sopra ciò non si può dare regola veruna, dipendendo l'elezione del luogo per lo scolo, da molte condizioni, che debbono osservarsi sul fatto.

AN-

ANNOTAZIONI
AL CAPO UNDECIMO.

ANNOTAZIONE I.

(Al § *E' il pendio*)

D*Al quale artificio è nata l' efficazione d' intere provincie &c.*

Cioè di quelle, che avendo bastante altezza per trasmettere le loro acque al mare non anno avuto bisogno di essere buonificate per alluvione, come si distingue dall' Autore più sotto nel capo 13.

ANNOTAZIONE II.

(Al § *Que' condotti*)

V*E ne sono degli altri, lo sbocco de' quali per così dire ad ogni soffio di vento contrario si serra.*

Che la foce dello scolo si serri talvolta ad ogni soffio di vento si dee intendere in quanto il vento mettendo in commozione il mare ne porta le arene ad otturare lo sbocco allo scolo, e questo essendo povero d' acqua non ha forza per isgombrare l' interrimento, come farebbe se sboccasse con maggiore velocità; e non già in quanto il vento possa per se medesimo arrestare il corso all' acqua dello scolo, il che sarebbe contrario a quello, che l' Autore ha insegnato nel capo 10 § le cause.

ANNOTAZIONE III.

(Al § *Verte la prima*)

V*Erte la prima circa lo sbocco, il fondo del quale quanto più s' abbasserà sotto il pelo dell' acqua, in cui dee avere' esito il condotto, tanto più sarà felice lo scolo, il che però si dee intender ne' casi, ne' quali la situazione della campagna addimandi, che si procuri tutta la possibile felicità di scolo.*

Quali sieno i casi, ne' quali convenga procurare tutta la possibile felicità di scolo coll' abbassamento della foce del condotto si raccoglie dalle cose dette nel § antecedente; mentre quando i terreni sono talmente situati, che i fondi de' loro fossi scavati fra le colture restano bensì più alti del livello infimo del recipiente, ma così poco, che cessando ancora di ricever' acqua dalle colture non ponno, che lentamente, e stentatamente asciugarsi, allora quanto più il fondo dello sbocco del condotto si abbasserà sotto il detto pelo infimo, tanto il condotto si manterrà più basso di superficie, e più felice sarà lo scolo. Ove poi i fondi de' fossi per essere a livello, o sotto il livello del recipiente costituito nella sua maggior bassezza non potessero assolutamente asciugarsi, allora ha luogo ciò, che si è avvertito nel § antecedente, cioè, che poco, o nulla serve l' abbassare maggiormente, o il condotto, o il fondo della sua foce; e molto più sarebbe inutile il farlo, quando i terreni fossero assai alti, e i fossi felicemente si scaricassero nel condotto.

ANNOTAZIONE IV.

(Al § *Situato*)

P*Er isfuggire gli errori, che inevitabilmente si commettono nell' uso degli altri livelli quantunque provveduti di cannocchiali, consiglierei sempre a valersi dell' acqua de' condotti medesimi resa stagnante con argini trasversali &c.*

Il regolamento degli scoli delle campagne, particolarmente nelle pianure più basse, richiede per l' ordinario operazioni di livello così dilicate, attesa la scarsezza delle pendenze, delle quali si può far capitale, per condurre le acque ad uno più, che ad un' altro termine, o per una più, che per un' altra strada, che meritamente prescrive in questo luogo l' Au-

tore dovers in simili livellazioni cercare tutta la possibile esattezza; e questo è più, che mai importante ove si tratti di condurre le acque ad un termine notabilmente lontano da quello, dal quale si derivano. Non v' ha dubbio, che quando occorra regolare l'escavazione d' un condotto già fatto (che è ciò di cui egli ha preso a trattare in questo luogo) il modo più sicuro, ed insieme più spedito di riconoscere lo stato del suo fondo per quindi dedurre la quantità del profondamento, che a luogo a luogo è necessaria, non sia quello, che egli suggerisce, di ristagnare con argini trasversali l' acqua dello stesso condotto, e prendendo per mezzo d' un semplice archipenzolo la differenza d' altezza da pelo a pelo di sopra, e di sotto ciascuno de' predetti argini, misurar poscia con frequenti scandagli la bassezza del fondo tra un' argine, e l' altro sotto il pelo dell' acqua stagnante; e riconoscere altresì a luogo a luogo lo stato delle colture per rapporto al pelo d' acqua de' fossi, che per mezzo esse sono scavati, ristagnando parimente l' acqua entro di questi.

Allo stesso mezzo delle acque stagnanti come al più sicuro, e più reale di tutti si dee ricorrere, purchè sia possibile, in ogni altra livellazione ordinata a condurre acque per lungo tratto particolarmente nelle pianure; valendosi di que' canali, o fossi, che per avventura si trovano nelle campagne, ancorchè andassero da un termine all' altro per istrade assai lunghe, e per direzioni diverse, e stagnando l' acqua in ciascuno di essi con una, o più traverse di terra, e poi riferendo di mano in mano cogli strumenti soliti da livellare il pelo d' acqua dell' uno a quello dell' altro, ove fossero notabilmente discontinuati.

Si è detto doversi a questo fine render l' acqua stagnante con argini fatti al traverso a' fossi, o canali, imperocchè non è da fidarsi, che tale sia quella, che rimane in essi dopo cessate le pioggie, ancorchè per avventura si vegga per qualche buon tratto stare colla superficie immobile, e non portar via i galleggianti, che vi si gettino sopra; mentre se non si riconosce diligentemente, che tutta da un capo all' altro sia continuata nel medesimo stato di perfetta quiete (il che spesse volte non può riuscire per le difficultà dell' accostarsi al labbro del fosso per tutta la sua lunghezza) si può dar caso, che dopo un tratto, in cui essa apparisca stagnante, succeda nel fondo del canale qualche piccol ridosso, sopra cui corra con pendenza, e quindi di nuovo per altro tratto si faccia vedere quieta, ed orizzontale. Un effetto simile a' ridossi predetti ponno fare le canne, e le erbe, che ingombrano gli alvei de' condotti, ove lungo tempo si sia trascurato di sgherbarli, ne è credibile, quanta differenza d' altezza si possa trovare nella superficie dell' acqua fra due punti alquanto discosti di simili canali, quando il tratto di mezzo è folto d' alghe, di cannucce, e di simili intoppi. Conviene pertanto accertarsi, che l' acqua sia perfettamente stagnante, chiudendola a luogo a luogo con argini, che la sostengano ad una considerabile altezza, e lasciandola riposare qualche tempo, riconoscerla veramente tale per mezzo di segni fissi posti a fior d' acqua sul principio, e sul fine di ciascuno de' tratti intracchiusi fra due argini.

Per altro i livelli ordinarj, massimamente ove sieno guerniti di cannocchiali, e maneggiati da persone diligenti, ed esperte, non lasciano di riuscire nella pratica bastantemente esatti. La maggior parte di essi richiede tuttavia, che di quando in quando si rettifichino, cioè, che si accerti, che la linea, per cui si traguarda, quando il livello si ha per situato nella debita positura, sia veramente orizzontale, il che si fa con diversi metodi già noti, e applicabili or l' uno, or l' altro alle diverse maniere de' livelli. Ma la cautela di collocare sempre il livello in distanze a un dipresso eguali dall' uno, e dall' altro de' due scopi, a' quali si mira, può supplire in qualche parte all' esattezza della rettificazione, anzi tal cautela è assolutamente necessaria, ancorchè il livello sia perfettamente rettificato, quando le guardate fossero molto lunghe, come ponno esserlo nell' uso de' livelli forniti di cannocchiali.

Fra le diverse maniere, che sono state inventate di simili strumenti, quella a mio credere è da preferire, per cui più spedita-

ditamente si ottiene di situar la linea del traguardo in positura orizzontale; e tale per le prove fattene ho trovato riuscir quel livello, che per la prima volta vidi adoperare l'anno 1710 dal Sig. Domenico Corradi matematico del Serenissimo Sig. Duca di Modena. Consiste lo strumento in un semplice cannocchiale lungo meno di due palmi, a cui per di sotto è attaccato un gran peso, e di sopra per mezzo di due braccia di metallo, che partono dalle estremità del tubo; e riescono ad una catena fatta di lastre d'ottone, si sospende la macchina sempre ad un medesimo uncino conficcato in cima d'un bastone, consistendo tutto l'artificio nel fare le snodature della catena così agevoli, e l'appicco di essa all'uncino così dilicato, che lo strumento ogni volta, che si sospende debba per forza del suo peso sempre rimettersi nella stessissima positura, e perciò l'asse del cannocchiale (ove una volta essendo sospeso l'istrumento sia stato situato in positura orizzontale colla rettificazione) sempre si equilibri all'orizzonte. Con ciò si risparmia il gran tempo, che conviene perdere negli altri livelli per situare i traguardi, o il cannocchiale in linea orizzontale. Non vi ha, che un poco di tremore, che l'istrumento ritiene dopo di esser sospeso, e dirizzato allo scopo, ma quando l'aria sia quieta cessa ben tosto anche questo piccolo incomodo, nè vi ha, che il vento, che ne renda l'uso difficile. Si vuol' anco avvertire, che piovendo alcun poco, qualche gocciola d'acqua, che si fermi sullo strumento più da una parte, che dall'altra può sbilanciarlo, ma tal' accidente non è difficile a schifarsi.

Con un simil livello il Sig. Bernardino Zendrini matematico della Serenissima Repubblica di Venezia, col quale mi trovai in commissione l'anno 1731 per l'affare della diversione de' fiumi di Ravenna, fece speditissimamente tutte le livellazioni, che concernevano una sì grand' opera, per traversi lunghi dove quattro, dove sei, dove più miglia, e ciò con tanta esattezza, che rifacendo le medesime operazioni all'indietro per altre diverse strade tornavano fra' medesimi termini le medesime differenze di altezza dentro i limiti di un'oncia, o di una mezz'oncia; nè punto diverse risultavano quelle, che si erano rilevate dietro il naviglio, chiamato il Candiano, dalla città fino al mare, coll' aver renduta stagnante l'acqua dello stesso naviglio; concordando tanto le une, quanto le altre con quelle, che alcuni anni prima avea trovato il fu Dottor Giuseppe Antonio Nadi, valendosi anch' esso di livello a' cannocchiali, benchè di artificio diverso, e alquanto più difficile a maneggiarsi.

Non debbo lasciar per ultimo di avvertire, che ne' livelli sforniti di cannocchiale, sebbene comunemente suol rigettarsi quello, per cui senza mire si traguarda alla superficie dell'acqua in due tubi di cristallo fra loro comunicanti, col motivo, che quel poco di elevazione, che essa soffre presso le pareti de' tubi renda incerto il traguardo, e mal sicura l'orizzontale; nulladimeno l'esperienza ha mostrato, che ove si adoperi acqua tinta di color rosso ben carico in tubi di cristallo ben chiaro, senza vene, o bolle, e ove si tenga l'occhio in tal distanza dal livello, e in tal positura, che la visuale tocchi alternamente l'uno, e l'altro tubo, e si vegga l'una, e l'altra superficie con quella maggior distinzione, che è possibile avere, nella loro inegual distanza dall'occhio, si accerta assai bene la positura dello scopo, tuttavolta, che la guardata sia piccola, come di 10 pertiche in circa, e non più; e per altro questo metodo è speditissimo, non essendo sì tosto piantato il livello, che la linea del traguardo è orizzontale, il che ricompensa colla brevità del tempo il maggior numero delle stazioni, che convien fare. Io posso attestare, che rifattasi per tal maniera dal Signor Ercole Bottaccorsi la maggior parte delle livellazioni di sopra mentovate de' fiumi di Ravenna, tornarono sempre senza divario maggiore di mezz'oncia; anzi livellatosi nello stesso modo dal Sig. Giulio Cassani l'anno 1725 un tratto di oltre 40 miglia del nostro Reno alla spiaggia del mare con più di 100 positure di livello, non si trovarono, che pochissime once di divario da ciò, che per livellazioni, fatte la maggior parte con acqua stagnante, si sapeva doversi trovar di caduta fra que' due termini.

AN-

ANNOTAZIONE V.

(Al § *Qui mi si presenta*)

C*Erto è, che quando l'alveo è più declive, il di lui fondo progredendo dal basso all'alto si va sempre più elevando, e per conseguenza va avvicinandosi al piano delle campagne &c.*

Questa considerazione si addatta propriamente a' terreni, per mezzo de' quali passi un condotto di scolo, che vada ricevendo le acque de' fossi scavati fra le colture, e allora mostra l'Autore, che la pendenza del condotto nuoce allo scolo in vece di giovargli. Ma quando si trattasse di asciugare un sito innondato, o palustre con aprire all'estremità di esso un'esito all'acqua stagnante, e vi fosse modo d'inviarla (per un condotto da farsi da quel punto in giù) a diversi termini per linee inegualmente declivi, ponno nascere delle riflessioni in ordine alla scelta della maggiore, o della minore pendenza per la felicità dello scolo; sopra di che stimo opportuno fermarmi alquanto, parendomi, che tal materia non sia per anco stata bastantemente illustrata.

Posto dunque, che sia dato il fondo, o soglia dell'emissario B (*Fig. 80*) da aprirsi nella palude, o lago LABX, e parimente data l'altezza dell'acqua AB sopra il detto fondo dell'emissario, e supposto, che nella palude influisca costantemente una medesima quantità d'acqua, se intenderemo un canale orizzontale PBO, la cui larghezza sia per l'appunto tanta, quanto è necessario per estrarre colla velocità competente al detto canale sotto l'altezza AB una quantità d'acqua eguale a quella, che entra nella palude in tempo eguale, dico, che applicando al fondo dell'emissario B in vece del canale orizzontale BP l'inclinato BE, questo tirerà bensì sul principio maggior quantità d'acqua, che l'orizzontale predetto, ma in proseguimento di tempo la superficie del lago di nuovo si renderà permanente, e però non ne uscirà per l'inclinato niente di più di quello, che ne esce per l'orizzontale, e ciò qualunque sia la larghezza dell'inclinato BE, compensando la natura col maggior abbassamento delle sezioni di questo quel di più, che potrebbe rapire di acqua in virtù della inclinazione, e della larghezza.

Imperocchè tirando per B al piano BE la perpendicolare BC, la quale incontri il livello dell'acqua della palude in C, e prendendo la BD eguale alla BA, descritta coll'asse BC, e col vertice C una parabola CBE, se fra CB, CD si prenderanno due medie proporzionali, e come BC alla prima di esse medie così si farà BE ad MN, la quale si ordini alla parabola in M, dimostra il Guglielmini nella proposizione 2 del libro 5 delle acque correnti, che lo spazio parabolico BMNE sarà eguale ad un'altra parabola BDE, la quale coll'asse BD, e col vertice D fosse descritta sopra la medesima base BE. Ma lo spazio predetto BMNE è la scala delle velocità della prima sezione del canale inclinato, se l'acqua vi corresse coll'altezza BM, e la parabola BDE (presa la BE per velocità comune del punto B, giacchè questa secondo le ipotesi comunemente ricevute dee essere la medesima nel canale orizzontale, e nell'inclinato) è la scala delle velocità della sezione AB del canale orizzontale (essendo per la costruzione l'asse BD eguale all'altezza dell'acqua BA) dunque la velocità della prima sezione dell'inclinato corrente sotto l'altezza BM è eguale alla velocità dell'orizzontale. Il che stante se le loro larghezze saranno eguali, lo saranno ancora le quantità d'acqua estratte dal lago in tempi eguali. Ma l'acqua, che estrae il canale orizzontale si suppone eguale a quella, che influisce nel lago; dunque anco per la prima sezione dell'inclinato corrente coll'altezza BM tanto si scarica d'acqua del lago quanto in esso ne influisce; e però la superficie del lago, e quella del canale in M sarà permanente, nè questo, arrivato che sia al segno M, potrà per l'avvenire scaricarne più, nè meno dell'orizzontale. Che se poi la larghezza dell'inclinato non sarà eguale a quella del detto canale orizzontale, allora intendendosi, che come la larghezza dell'inclinato a quella dell'orizzontale, così stia lo spazio MNBE allo spazio parabolico BTYE, è chiaro, che BT sarà l'altezza permanente, sotto cui la

prima sezione dell' inclinato scaricherà la medesima quantità d'acqua di prima, onde ne seguirà di nuovo, che la superficie si farà permanente, e si scaricherà per essa tant'acqua quanta per l' orizzontale. Onde si può osservare, che l'altezza MB, o BT della prima sezione dell' inclinato non è determinabile se non quando oltre la larghezza del canale inclinato sia anco data quella, che bisognerebbe all' orizzontale per estraer dal lago sotto l' altezza AB una quantità d' acqua eguale a quella, che influisce nel lago, o quel, che è lo stesso, quando sia data la quantità dell' influsso, e un tal dato si dee aggiugnere a quelli della mentovata proposizione 2 del libro 5 delle acque correnti, e dello scolio della medesima proposizione.

Ciò premesso, convien considerare, che quando all' emissario B, si apponga il canale inclinato BE, al primo aprirsi dell' emissario non potrà l'acqua della palude in un' istante prendere nella prima sezione quell'altezza (sia BM, o BT secondo la larghezza del canale) sotto cui si è mostrato, che la superficie è per rendersi permanente, ma abbassandosi di mano in mano, prima nelle parti più vicine all' emissario, e poi nelle più lontane, come in AZ, QR, e in altre positure sempre più basse, ne risulteranno le altezze della prima sezione BZ, BR &c sempre mutabili, e nelle quali la superficie non si potrà stabilire, mentre essendosi mostrato, che la BM (nel caso delle larghezze ineguali) è quell' altezza, sotto cui passerà per la prima sezione tutta per l' appunto la quantità d' acqua influente nel lago, è manifesto, che sotto le altezze BZ, BR ne uscirà quantità maggiore dell' influsso, e però è forza, che l' acqua nella prima sezione si vada abbassando da Z in R &c. finchè sia giunta la superficie del lago alla positura SM (o rispettivamente alla ST) nel quale stato l' esito è eguale all' influsso; e il Guglielmini mostra alla proposizione 4 del libro 5, che la superficie SM si stabilirà in un piano declive tirato dal punto S, nel quale BM prodotta allo insù incontrerebbe la superficie del lago, al punto M, o T dell' altezza permanente nella prima sezione. Egli è dunque necessario, che il canale inclinato, benchè sul principio scarichi più acqua dell' orizzontale, si riduca tosto, o tardi a scaricarne precisamente altrettanta, che quello ne scaricherebbe, e ciò qualunque sia la larghezza dell' inclinato. Il che &c.

Quando dunque nella palude influisse perpetuamente la medesima quantità d'acqua, l' apporre all' emissario B in vece d' un condotto orizzontale un' inclinato di qualunque inclinazione, o di qualunque larghezza gioverebbe bensì per far abbassar l' acqua nel tratto più vicino all' emissario, cioè fino al punto S determinato come sopra, e tanto maggiore sarebbe l' abbassamento quanto maggiore fosse la larghezza del canale (e maggiore ancora a misura della maggior' inclinazione di quello, se non che allora accostandosi il punto S ad A, il tratto dell' abbassamento SA, si farebbe minore posta egual larghezza) ma per lo rimanente del sito innondato SLXO, non vi sarebbe divario alcuno da un canale inclinato a quell' orizzontale, che fosse della larghezza necessaria a smaltir per l' appunto la quantità d' acqua influente entro di quel ricinto; e se tal larghezza fosse nota per esperienza (o per la notizia, che si avesse della quantità dell' influsso) si potrebbe co' fondamenti premessi per ogni larghezza, e per ogni inclinazione data del canale BE calcolare, e il tratto AS, e la quantità dell' abbassamento, trovando l' altezza BM, o BT della prima sezione nel modo, che si è detto.

Ne paja strano, che accrescendo la larghezza del canale inclinato non si possa sperare altro guadagno, quando egli è pur certo, che apponendovene un' orizzontale più largo di quello, che si è supposto (cioè, che sotto l' altezza AB mantenga permanente la superficie del lago) l' acqua di quello si abbasserebbe fino alle parti più rimote dal punto A; perocchè sebbene il canal orizzontale più largo farebbe tal' effetto sul principio, e con maggiore estensione dell' abbassamento; tuttavia in ricompensa di ciò la quantità di questo abbassamento sarebbe minore, ne durerebbe molto un tal' effetto, mentre quando il livello del lago fosse calato di tanto da

pote-

potere sotto quella larghezza mandar fuori tutta l'acqua influente in esso, ivi si arresterebbe la superficie, e di nuovo si sarebbe permanente. E perciò quando si sia ne' supposti, ne' quali ora parliamo, e l'esperienza mostri, che uno scolo orizzontale d'una tal larghezza mantenga l'acqua innondante precisamente nel suo livello, allora (posto, che non si possa, o non si voglia variare il fondo B dell'emissario) se si ha in pensiero di asciugar solamente i terreni più vicini all'emissario, lasciando gli altri come stanno (come a cagion d'esempio ad uso di pescagione) tornerà conto in vece del canale orizzontale apporvene un'inclinato; ma se si cerca l'universal benefizio di tutto il tratto innondato fino alle parti più rimote dall'emissario, benchè non con tanta diminuzione d'altezza d'acqua, allora gioverà piuttosto allargare l'orizzontale. Lo stesso giudicio si dovrà fare quand'anco non si abbia alcuna sperienza, o altra notizia intorno allo scolo di quella palude, dovendo sempre l'inclinato prevalere all'orizzontale egualmente largo nel fare scemar l'acqua nelle parti vicine all'emissario, e al contrario preferirsi l'orizzontale nello scolo generale di tutta l'estensione della palude. E da tutto ciò si raccoglie, che ogni larghezza possibile del canale, o inclinato, o orizzontale è atta a ridur tosto, o tardi la superficie del lago allo stato di permanenza.

Egli è ben vero, che essendo sempre maggiori gli effetti delle resistenze (nate da' soffregamenti, dalle tortuosità, dalle erbe, e cannucce, che ingombrano gli alvei, e dagli altri intoppi) in un canale orizzontale, che in un'inclinato, tutto il discorso finora fatto in termini astratti mancherà in pratica dal serbare esattamente le proporzioni spiegate, e mancherà sempre in vantaggio dell'inclinato, con fargli rapir più acqua di quello, che mostrino le regole addotte; e inoltre la medesima maggior libertà di corso nell'inclinato potrà per avventura, quando l'altezza AB sia molto notabile, fare, che egli roda, ed abbassi il fondo, e dell'emissario B, e della palude nelle parti più vicine a questo, il che forse non sarebbe l'orizzontale, ancorchè la materia sia capace di corrosione; onde atteso tutto ciò si ponno grandemente variar gli effetti; e però avendo riguardo a tutte queste circostanze si troverà forse nella pratica doversi per lo più preferire il canale inclinato, siccome lo preferisce il Sig. Tommaso Narducci dottissimo gentiluomo Lucchese nel suo trattato del paragone de' canali, comecchè in esso prenda per fondamento altre ipotesi alquanto diverse dalle nostre. E tanto più, perchè negli scoli delle pianure le inclinazioni, che si ponno, o si sogliono dare a' condotti, sono per l'ordinario così piccole, che il punto S, in cui il canale BE prolungato concorre colla superficie della palude LSA può essere così lontano dall'emissario, che il tratto SA, si stenda fino alle parti più rimote di essa palude. Anzi è da osservare, che quando si dasse caso, che il punto del detto concorso S cadesse più lontano di quel, che sia l'estensione della palude, allora lo scolo per mezzo del canale inclinato, si renderebbe universale abbassandosi tutta la superficie innondante non solamente sul primo aprirsi dell'emissario, ma per fino a tanto, che l'acqua incontrasse nel suo calare la retta prodotta EB nell'orlo del tratto ancora innondato, ne prima d'allora la superficie del canale si potrebbe far permanente, ma sempre porterebbe fuori più acqua di quella, che entrasse nella palude.

In tutto questo discorso si è preso per supposto, che nella palude influisca perpetuamente una quantità costante d'acqua. Che se niente ve ne entrasse (come accade in quelle paludi, che non anno sorgenti vive, ma sono fatte dal ristagno di acque cadutevi dagli scoli d'altri terreni, che nell'estate punto non ne tramandano) allora siccome volendo darle scolo per un canale orizzontale il pelo dell'acqua stagnante perpetuamente si abbasserebbe, così lo farebbe ancora, se il canale fosse inclinato, salva la differenza accennata nella positura della superficie della palude, come avverte il Guglielmini, nello scolio della detta proposizione 5 del libro 2, dovendosi sempre, e in ogni stato ma n-

mantenere la proporzione dell' altezza variabile BA alla BM. E di quì ancora si può prender lume per giudicare, di quello, che accaderebbe, se la quantità d' acqua influente nella palude non fosse costante, ma variabile con qualche costante regola.

ANNOTAZIONE VI.

(Al § *Giacchè l' occasione*)

SE *tale fabbrica si farà di maniera. &c.*

Quelli, che l' Autore chiama in questo luogo *ponti canali* sogliono eziandio in Toscana chiamarsi *ponti a fiume*, e quella, che egli denomina *botte sotterranee* altri dicono *trombe*, o *chiaviche sotterranee*.

ANNOTAZIONE VII.

(Al § *Simboleggiano*)

O *La botte muterà natura.*

Cioè a dire: di botte libera, che era, diverrà botte ristagnata.

CAPITOLO XII.

De' canali regolati, e delle regole più principali da osservarsi nella derivazione di essi.

SI pratica, appresso i popoli più industriosi, di derivare dai fiumi maggiori qualche porzione di acqua, che serva a varj usi degli uomini; cioè, o alle irrigazioni; o alle navigazioni; o a far muovere edificj diretti a diverse sorti di lavoro; o a fontane; o ad altro; in tali derivazioni però, se non sono ben maneggiate, s' incontrano frequentemente delle difficoltà, e ne nascono molti pregiudicj; e questa è la ragione, per la quale abbiamo creduto di dovere, in questo capitolo, separatamente discorrerne.

Sono tali acque derivate, dette *canali regolati*; perchè nei loro alvei, per lo più, è così regolata l'introduzione delle acque, che, ad ogni volontà di chi li regola, ponno esse, e sminuirsi, e affatto togliersi; senza di che, equivalerebbero ad un ramo, o braccio di fiume naturale; e in tal caso non potrebbero dirsi regolati; simbolizzano, nulladimeno, i canali regolati coi rami dei fiumi, quali ricevono l' acqua dal loro tronco principale, per sola regola di natura, ed hanno, secondo il più, ed il meno, le proprietà del fiume, dal quale si partono; onde è, che per intendere la natura dei canali regolati, è d' uopo di ben'intendere, prima, quella dei rami dei fiumi.

Si dee adunque osservare, *che ad effetto, che questi si mantengano, si richiede eguale caduta nell' uno, e nell' altro di essi; egualmente spedita l' introduzione dell' acqua nell' imboccatura dei medesimi; eguali le resistenze nelle ripe, e particolarmente nel fondo degli alvei, ed in fine, eguali tutte le circostanze, che ponno, o accrescere, o conservare, o ritardare le velocità dell' acqua, che scorre per essi;* dall' egualità delle quali cose si forma un' esatto equilibrio, al quale succede una perpetua conservazione dei rami, nei quali si divide il tronco primario di un fiume. Può però darsi il caso, che si abbia l' equilibrio delle circostanze; e per conseguenza, che si mantenga il corso del fiume per li suoi rami, senza che le medesime siano eguali, ad una ad una; purchè il difetto della prima sia compensato coll' eccesso della seconda: essendo certo, appresso i geometri, che dalle proporzioni reciproche si compone la proporzione di egualità.

Ponno anche conservarsi i rami di un fiume, presso a poco, nello stato medesimo, per cagione di un continuo sconcerto del sopraccennato equilibrio, purchè la prevalenza delle condizioni si permuti a favore, ora dell' accrescimento, ora del decrescimento del ramo medesimo; poichè *allora le cose si mantengono, a un dipresso, nell' istesso stato, quando continuamente, e per brevi intervalli di tempo, crescono, e calano, librandosi per così dire, attorno il termine di mezzo, che è quello, che sta tra il massimo accrescersi, ed il massimo diminuirsi.* Ciò nei fiumi, il più delle volte, *succede per la diversa direzione dell' imboccatura*, la quale, secondo, ch' è più favorevole ad un ramo, che all' altro fa entrare maggior corpo di acqua nel primo, che nel secondo, il che contribuisce alla di lui escavazione, e dilatazione; ma cambiandosi, come molte volte avviene la direzione del filone, e voltandosi all' altra parte, ne segue, che il ramo, il quale pareva, tendesse all' essere abbandonato dal fiume, di nuovo lo riceva abbondantemente; e l' altro, che correva gonfio, ritorni alla sua primiera debolezza. Per altro, quando in un ramo vi sono impedimenti stabili, e nell' altro perpetua felicità di corso; in una parola, quando un ramo gode continuamente delle condizioni più vantaggiose al di lui corso, alla di lui dilatazione, ed escavazione, nè mai si viene all' equilibrio, colle condizioni dell' altro; * è necessario, che il medesimo assorbisca, col tempo, tutta l' acqua del fiume, e che l' altro ramo sia interamen-

* Annot. 1.

men-

mente abbandonato, particolarmente in caso di acque torbide, le quali, illanguidendosi il moto, interriscono il proprio letto: ho detto *particolarmente in caso di acque torbide*; perchè, essendo le acque portate dal fiume in ogni tempo chiare, ponno, per molti altri capi, mantenersi nel medesimo diversi rami, i quali tutti portino acqua in diversa proporzione, senza considerabile alterazione, da un tempo all'altro, come succede nei canali d'irigazione, e simili.

Quando, dunque, si vuole derivare l'acqua da qualche fiume, *è necessario*, per prima regola, *di superare in qualche maniera la forza, colla quale esso corre per l'alveo proprio*, acciocchè possa prendere strada diversa, il che nei fiumi incassati difficilmente, negli arginati facilmente si conseguisce; posciachè in questi il continuo sforzo, che fa contro le sponde, l'altezza dell'acqua, serve per principio efficiente a farle prendere altra direzione; * e basta tagliar l'argine, perchè l'acqua n'esca, e s'introduca, dove si vuole, come abbiamo detto, parlando delle rotte dei fiumi. Quindi è, che se avanti l'incisione dell'argine sarà stato preparato un canale proporzionato, che abbia sufficiente caduta al suo termine, l'acqua uscita dal fiume comincierà a correre per esso, e vi si manterrà, incontrandovi il predetto equilibrio di circostanze; e perdendosi, converrà ricuperarlo coll'arte. *Non è* però *sicuro il fare la sola incisione dell'argine*, attesa la facilità, colla quale gli argini sono corrosi dal corso dell'acqua, particolarmente in quei luoghi, dove il fiume si divide in più rami; e perciò *egli è necessario fortificare le parti laterali dell'incile con fabbrica di muro, e di costrazione simile a quella, che si pratica nelle chiaviche*, che servono agli scoli, alla quale applicandosi delle porte, o cateratte di legno, potranno queste servire, per regolare l'introduzione dell'acqua, che si riceve, a misura del bisogno, e sforzare la soprabbondante a correre per l'alveo del fiume.

* Annot. II.

In caso, si desideri l'acqua in tempo, ch'ella è bassa, è necessario, che *le soglie di queste chiaviche restino inferiori al pelo basso del fiume*; ma volendosi solo in tempo di piena, si deono fare più alte: *E quando le medesime chiaviche*, o tagli di argine, *avessero a servire per diversivi*, diretti al fine di dare sfogo, o respiro alle acque del fiume, *bisogna porre le soglie a quell'altezza, che si può credere necessaria all'intento desiderato*. In proposito però di *questi diver-*

diverfivi, è da rifletterfi quì al *poco utile*, che *apportano*, come avvisa il Castelli *al corollario* 13, e come può dedurfi da ciò, che noi abbiamo detto di fopra al *cap. 9* attefa, sì la poca acqua, che fcaricano, in proporzione di tutta quella del fiume; sì la poca altezza, che levano da quella, che fenza di effi farebbefi nell' alveo del fiume medefimo; sì l'interrimento degli alvei, che fuccede al di fotto dei diverfivi; sì il pericolo, a cui fi foggettano le campagne contigue all'alveo, per lo quale debbono fcorrere le acque divertite; sì finalmente la perdita del terreno, che viene occupato dal medefimo: perciò, a titolo di dare fcarico all' acqua di un fiume, di rado accaderà, particolarmente nelle pianure, che i beneficj di uno di quefti diverfivi, meritino la fpefa di fabbricarlo. Ma, fe la diverfione farà fatta, anche per altri fini, come per rendere facile il commercio delle parti di una provincia, mediante la navigazione, o per altri ufi egualmente profittevoli; potranno fimili diramazioni effere utilmente praticate, come fi vede nel Polefine di Rovigo, ove la moltiplicazione dei canali, derivati dall' Adige dalla Sereniffima Repubblica di Venezia, rende non mediocre vantaggio a quei popoli.

Dai fiumi incaffati è ben *più difficile fare delle diverfioni*, particolarmente, quando le fponde fono alte, e fuperiori al bifogno del fiume, e che il termine, al quale fi vuole condurre l' acqua, è più alto del pelo del fiume medefimo. In tal cafo *è neceffario cercare nelle parti fuperiori del fiume, un fito tant' alto, che da effo poffa l' acqua fcorrere al fito deftinato*; e molte volte è neceffario *traverfare tutto l'alveo con qualche fabbrica* di muro, o di legname, (che volgarmente fi chiama chiufa, o pefcaja; e da altri, a riguardo della caduta di acqua, che vi fuccede, fi dice ancora cateratta)* *affine di elevare il pelo dell' acqua, tanto che poffa entrare nel canale preparato per la di lei condotta*. Si vedono fimili macchine, fatte per diramare canali ad ufo delle città &c. quafi in tutti i fiumi, a riferva dei reali (dentro l'alveo dei quali, è difficile, fe non affatto impoffibile, il fabbricarle) e fanno degli effetti, che meritano una particolare confiderazione. *Annot. II

I. Primieramente, edificata che fia una di quefte cateratte, negando ella il paffaggio all' acqua del fiume, è d' uopo, che quefta fi elevi, e riempia tutto il tratto dell'alveo fuperiore, che fta fotto il livello della foglia, o fommità di detta cateratta, formando

con ciò uno ſtagno di acqua, a modo di un laghetto, la cavità del quale, in breve tempo, ſarà riempiuta di materia portata dal fiume, cioè di ſaſſi, arena, terra, e ſimili; e con ciò *alzandoſi il letto del fiume, ſino all' altezza della chiuſa*, darà altresì *occaſione ad un ſimile, e proporzionato alzamento nelle parti ſuperiori dell' alveo medeſimo*.

II. *Nelle parti inferiori di detto alveo, non ſi altera* per ciò *la ſituazione del fondo*, quando eſſo altramente ſia ſtabilito, e non ſi dia luogo ad alcuna di quelle cauſe, che ſono proprie per fare elevare il fondo dei fiumi, come ſarebbe la coſtruzione di qualche altra chiuſa più al baſſo; il prolungamento della linea dell' alveo &c. E ciò è aſſolutamente vero, quando *la chiuſa* non ſerva, a cavare acqua dal fiume; ma *ſe* la medeſima *ſarà deſtinata a queſt' effetto, ſarà altresì neceſſario, che*, ogni volta, che l' acqua derivata, abbia alla rimanente una ſenſibile, e conſiderabile proporzione, *il fondo del fiume inferiore alla chiuſa ſi elevi*; poſciachè, non alzandoſi più in tal ſito le piene alla miſura di prima, richiederanno queſte maggiore declività di fondo per non deporre la torbida &c., e non avendola, dovrà elevarſi l' alveo, ſino ad acquiſtarla; per altro, *eſſendo inſenſibile la proporzione delle acque predette* (come per lo più ſuccede, e come ſi è detto dovere ſuccedere, parlando dei diverſivi) *inſenſibile* parimente *ſarà l' effetto dell' alzamento del fondo al di ſotto della chiuſa*, nel qual ſito, a cagione della caduta dell' acqua, ſi farà immediatamente un gorgo, e poſcia un doſſo compoſto della materia più peſante, che porti il fiume in quel ſito, dopo del quale ſi diſporrà il fondo a quella cadente, ch' è dovuta alle cauſe, e circoſtanze del fiume. Queſta oſſervazione faciliſſima da farſi nei ſiti delle cateratte, fa aſſai ben conoſcere, che *lo ſtabilimento de' fondi degli alvei, non ha alcuna correlazione al principio del fiume; ma* bensì in gran parte, *allo sbocco del medeſimo*.

III. *Se il fiume, prima della coſtruzione della chiuſa, porterà ghiara*, per qualche tratto di ſotto al ſito di eſſa; *non laſcerà di portarla, dopo che la chiuſa medeſima ſarà edificata, ſino al termine di prima:* Poſciachè, riſtabilito il fondo nella parte ſuperiore alla chiuſa, tornerà col tempo alla primiera declività, e il fiume ripiglierà il ſuo antico genio di portare materia, ſimile a quella di prima; e non eſſendo ſenſibilmente alterato il fondo inferiore, queſto ne permetterà l' avanzamento ſino al luogo, per altro deſtinato dalla natu-

natura . S'ingannano perciò quegli , che pretendono , colla construzione delle chiuse , di trattenere le ghiare , ed i sassi dentro i valloni delle montagne, e negli alvei dei torrenti , e con ciò d'impedire l'alzamento dei fondi dei fiumi , dentro dei quali hanno sfogo i torrenti medesimi ; poichè , sebbene con tal'arte si fosse per ottenere qualche parte del fine , che si pretende, non se ne potrebbe pertanto sperare , quanto bisogna ; attesochè non si tratterebbe fra le montagne altra ghiara , se non quella , che potesse capire nel vano delle chiuse ; * o che potesse derivare dalle falde dei monti , le quali restassero sepolte dentro gl'interrimenti , come più basse della nuova cadente di fondo , acquistata dal torrente dopo la construzione della chiusa .

*ANNOT.IV

IV. Non ostante, che *nella edificazione della chiusa, si abbia l'avvertenza di non fare la di lei sommità , o soglia superiore a livello ; ma più bassa verso la bocca del canale , che ha da ricevere l'acqua* (e ciò affine di mantenere il corso della medesima da questa parte , e di tenere il fondo del fiume più basso della sommità della chiusa) è però così incostante il corso dei fiumi, che corrono in ghiara, che alle volte , volgendosi questi dalla parte opposta , formano dossi in faccia all'imboccatura del canale , e vanno a sormontare la chiusa nelle parti lontane, tuttochè più alte ; nel qual caso *elevandosi il fondo del fiume ad altezza eguale a quella del piano superiore della chiusa , non serve più ella a spingere l'acqua nel canale :* A questo effetto può ancora concorrere l'interrimento del canale medesimo , che il più delle volte non avendo caduta sufficiente a portar ghiara , proccura colle deposizioni di farsela ; e con ciò concorre all'otturamento del proprio incile , ed al rivoltarsi dell'acqua del fiume ad altra parte .

Quest'apparenza ha fatto credere ad alcuni , che l'alzamento del fondo dei fiumi si faccia continuamente maggiore , e senz'alcun termine limitato dalla natura ; e che perciò sia necessario d'alzar , di tempo in tempo , le chiuse , perchè facciano il loro ufficio di spingere l'acqua nei canali laterali . Ma se si avverte , che la natura della chiusa , non è , che di fare sollevare il fondo del fiume fino al pari del suo piano (come farassi manifesto , dovere succedere , se c'immagineremo una chiusa di un fiume , senz'alcun canale , per lo quale debba essere derivata l'acqua da esso) e che lasciandola in questo stato, non potrebbe farsi alzamento di fondo

 più

più grande; chiaramente si conosce, che la diversione dell'acqua dal canale, non si fa per l'alzamento del fondo del fiume; ma bensì per lo di lui sregolato corso, che si forma la sponda verso l'imboccatura del canale medesimo; e per l'interrimento del fondo di questo; perciò è manifesto, che *la soglia dell' incile dee essere sempre più bassa del piano della chiusa*, almeno quanto richiede il corpo d'acqua, che si vuole nel canale; e che mantenendosi la comunicazione di questa soglia coll'acqua del fiume, e senza interrimenti sopra di essa, tanto nell'alveo del canale, quanto in quello del fiume, non può di meno, che l'acqua non vi entri. Quindi è, che *in luogo di elevare il piano della chiusa*, come alle volte è stato praticato, *basta procurare, che il fiume si rivolga col corso alla parte dell'imboccatura del canale*; e che questo resti sempre aperto, o a forza di corso di acqua, quando il canale abbia tanta caduta, e forza, che basti; o mancandogli l'una, e l'altra, con escavazioni manufatte; o pure coll'uso dei paraporti, delli quali qui brevemente descriveremo, e l'uso, e l'artificio.

Vedi la Figura 57.

Sono questi *paraporti* fatti a modo di forti chiaviche, fabbricate nella sponda del canale, che risguarda la parte del fiume, le soglie delle quali sono considerabilmente più basse del fondo del canale medesimo, e sono provvedute di buone porte, o cateratte di legno, che s'alzano, e s'abbassano, secondo l'opportunità, o di dar sfogo all'acqua del canale, o di mantenerla dentro di esso. E' solito, che s'aprano queste porte in tempo di acqua abbondante, ad effetto di scaricare, o l'acqua tutta, entrata nel canale; o pure la sola soprabbondante, portandola nuovamente dentro il fiume nella parte di sotto alla chiusa. * *La velocità, che acquista l'acqua nel cadere dalla soglia del paraporto*, la quale ordinariamente ha la caduta poco minore di quella della chiusa, *è quella, che* in tal caso, *scava* in poco tempo *il fondo del canale*; e se il paraporto non sia troppo lontano, espurga la soglia dell'incile, quando sopra di essa si siano fatte delle deposizioni; e molte volte prolunga l'escavazione all'insù dentro l'alveo del fiume superiore alla chiusa, formandosi dentro di questo, un canale, che nelle piene indirizza il filone verso l'incile: *coll'artificio di più fabbriche di* tal natura, disposte ordinatamente, l'una dopo l'altra, come si vede in tutto quel tratto del nostro canal di Reno, ove riceve ghiara dal fiume, *si mantiene il di lui fondo sufficientemente scavato*, e

*Annot. V.

quan-

quando si ha la dovuta attenzione di far correre i paraporti a tempo, *si mantiene il corso del fiume, sempre vicino alla bocca del canale, ed il di lui fondo sempre più basso della sommità della chiusa*; e perciò non è stato necessario sin' ora alzarla, nella maniera, che hanno fatto quelli, che, privi di questo ajuto, non hanno avuto ricorso all' escavazione manufatta.

Di simile artificio non hanno tanto bisogno le chiuse fatte nei siti, nei quali il fiume non porta ghiara; perchè la sola apertura del canale, quando questo sia provveduto di sufficiente caduta, è valevole, per lo più, a mantenere il fondo arenoso, scavato su la soglia dell' imboccatura; ed in ogni caso, è facile da farsi, quando sia necessaria, l' escavazione. *In caso* però *di difetto di caduta, servirebbe* infinitamente, *per mantenere profondo il canale, l' uso dei* predetti *paraporti, almeno in vicinanza del di lui incile*, e negli altri luoghi, nei quali sia possibile il farli; e perciò, in vece dei regolatori, o risoratori, che si tengono avanti gli edificj, per iscaricare a fior di acqua la soprabbondante, sarebbe meglio avervi una porta, o cateratta, la quale, alzata che fosse, prendendo l' acqua dal fondo del canale, impedisse, se non altro, gl' interrimenti, coll' aprirla in tempo di escrescenze.

Servono i paraporti predetti, *oltre l' uso di mantenere scavati i canali* regolati, *anche a* quello di *regolare l' acqua, ch' entra nei medesimi*, acciocchè non vi corra con soverchia altezza di corpo; posciachè alzandoli, più, o meno, in tempo di piena, portano fuori del canale quella copia di acqua, che si desidera; al qual fine tendono anche i diversivi a fior di acqua, che tramandano nel fiume la soprabbondante, e trattengono nel canale quella, ch' è necessaria: nella stessa maniera, per regolare l' introduzione dell' acqua, si applicano alla bocca dell' incile alcune porte, che aprendosi più, o meno, lasciano altresì entrare nel canale, maggiore, o minor corpo di acqua. Da tutte queste macchine si ha, che i canali regolati, non si gonfino mai eccessivamente; si conservino sempre nel medesimo tenore; e non riescano di danno veruno ai terreni contigui, per troppo grande abbondanza di acqua.

Di rado s' incontra, che *un canale regolato* abbia tale caduta al suo termine, che non *richieda, di quando in quando, di essere scavato*; acciò colle deposizioni non si alzi il fondo ad un segno pericio-

nicioso; posciachè, o dopo divertiti simili canali, è di necessità, che rientrino nel fiume medesimo, dal quale prima partirono; o pure ponno avere altro termine al loro corso: quando rientrano nel fiume medesimo, è da avvertirsi, che * *il canale derivato*, come quello, che porta di gran lunga minor corpo di acqua, che il fiume; per necessità, in pari circostanze, *avrà bisogno di caduta maggiore di quella, che ha il fiume* medesimo; e perciò è necessaria l'osservanza di alcune regole.

*Annot. VI.

I. La prima si è, che, *se il fiume, ed il canale, dal punto del loro disunirsi, a quello della riunione, avranno eguale la lunghezza della strada; necessariamente*, avendo bisogno il canale di maggior caduta (se il piano di campagna non sia estremamente alto) *bisognerà, o che il fondo si alzi più del medesimo con danno de' terreni contigui, e si serri con gl' interrimenti* l' incile del canale; *o pure, che si soggetti, chi ne intraprende la derivazione, alla spesa di una continua escavazione. Ciò s' intende, quando la somma della caduta necessaria a tutto il viaggio del canale, sia maggiore di quella, ch' è necessaria al fiume in uguale lunghezza, più di quanto importa la differenza del livello dal fondo dell' incile al fondo del fiume, al di sotto della chiusa.*

Per maggiormente spiegarmi in questo particolare, molto essenziale in questa materia; sia il fiume ABCD, dal quale per causa della chiusa A si parta il canale AD, che rientri nel medesimo in D; e suppongasi, che il fiume ABCD richieda un piede di caduta per miglio; e che la lunghezza di esso sia di dieci miglia. Egli è evidente, che la caduta dal fondo del fiume al di sotto della chiusa A, fino a D, sarà piedi dieci. Supponiamo ancora, che la via del canale AD sia parimente di dieci miglia; ma che la caduta necessaria per non deporre la torbida in esso, attesa la poca quantità di acqua, che porta, sia di piedi due per miglio; adunque la necessaria caduta da A in D sarà di piedi venti, maggiore di quella del fiume piedi dieci; e conseguentemente dovrà il fondo del canale AD, nel suo principio verso A, essere altrettanti piedi più alto di quello del fiume nel sito di sotto alla chiusa A. Se adunque l' altezza di questa sarà tale, che sostenti il fondo del canale a detta altezza, è certissimo, che l' incile di esso potrà mantenersi senza interrimento, col solo sforzo dell' acqua, che vi entra; ma se la differenza in altezza dei predetti due punti, sarà minore di dieci piedi, è altrettanto chiaro, che il fondo del canale, per mantenersi

Fig. 51.

basso

basso al bisogno, ricercherà, di tempo in tempo, dell'escavazione, e sarà necessario, che l'opera degli uomini, in questo caso, supplisca al difetto della natura.

Da ciò si deduce, che *quanto più breve sarà il corso del canale avanti di rientrare nel fiume, tanto maggiore sarà il vantaggio della caduta di esso*; poichè, supposto, che la lunghezza del fiume, e del canale tra A, e D, fosse di sole cinque miglia, e che l'altezza della chiusa A fosse atta a fare la differenza dei loro fondi di dieci piedi, sarebbe la caduta del fiume, da A a D, piedi cinque, e quella, che è necessaria al canale, piedi dieci; adunque in A il fondo del canale dovrebbe restare più alto del fondo inferiore alla chiusa, piedi cinque; e potendo l'altezza della chiusa medesima sostenere il fondo di detto canale all'altezza di piedi dieci, resterebbero al canale cinque piedi di caduta più del bisogno, che potrebbero impiegarsi utilmente, nel progresso di esso, per una caduta di acqua ad uso di molini, o di altro, secondo l'opportunità: quindi è, che i *canali, i quali usciti dal fiume a forza di chiuse, dopo breve corso, vi ritornano dentro, non mai sono difettosi di caduta*. Al contrario, se le lunghezze AD del canale, ed ABCD del fiume fossero di miglia venti; ritenendo le altre misure supposte di sopra, sarebbe la caduta del fiume piedi venti, e quella, ch'è necessaria al canale, piedi quaranta; e perciò il fondo, nel principio del canale AD, dovrebbe essere elevato piedi venti sopra quello del fiume; adunque non potendo la chiusa A sostenerlo sopra il fondo medesimo, che piedi dieci, è chiaro, che mancherebbero al canale dieci piedi di caduta; e conseguentemente, per impedire, che il fondo di esso non si elevasse a tale altezza, sarebbe necessario d'impiegare l'opera degli uomini nell'escavazione, come il più delle volte succede; perchè, avendo bisogno i popoli di valersi di canali simili per lungo tratto, la caduta acquistata col beneficio della chiusa, distribuita nella lunghezza del corso, si perde, e non può supplire all'esigenza, che ha il canale, di caduta maggiore.

II. La seconda regola è, che *se la lunghezza del fiume, a quella del canale, avrà la proporzione reciproca delle cadute necessarie all'uno, ed all'altro, avrà il canale sufficiente caduta per non interrirsi*; anzi glie ne avanzerà tanta, quanta è l'altezza, alla quale può essere sostenuto il fondo del canale sopra il fondo del fiume di sotto alla chiusa. Ciò pure è evidente; perchè, supposto, che AD sia miglia

glia cinque, e ABCD miglia dieci, sarà la caduta di miglia dieci, a ragione di un piede per miglio, altrettanti piedi; e però eguale a quella di AD in cinque miglia, a piedi due per miglio; e conseguentemente non sarà necessario, che il fondo del canale in A, sia un pelo più alto del fondo del fiume in A; e perciò avrà il medesimo canale tanto di caduta più del bisogno, quanta è l'altezza, alla quale la chiusa può sostenere il fondo di esso.

III. Dalla predetta ne deriva la terza regola; ed è, che *per eleggere il luogo, nel quale si dee restituire al fiume il canale regolato, bisogna riflettere all'uso, al quale dee esso servire*, diversificandosi da ciò considerabilmente il luogo medesimo. Posciachè (1) dovendo servire ad uso di navigazione, e potendosi avere tanto corpo di acqua, che non sia necessario di sostentarla, * bisogna avere notizia della caduta del fiume, e se varj, o no, nel progresso di esso; e similmente di quella, che può essere necessaria al canale da farsi: e (quando non si varj la caduta del fiume) aggiugnendo alla prima l'altezza, che può nascere dalla chiusa, bisogna trovare un sito nel fiume, nel quale la caduta del fondo del canale di sopra alla chiusa, fino al fondo D, sia a quella, che è necessaria al canale, come la lunghezza AD è alla lunghezza ABCD: o pure per trovare l'altezza della chiusa A, basta fare, che, come la lunghezza ABCD sta alla lunghezza AD, così stia la caduta necessaria al canale AD, ad un'altra caduta, la quale se sarà maggiore di quella del fiume da A in B, basta regolare l'altezza della chiusa secondo l'eccesso, che si troverà, facendola tanto più alta di detta differenza, quanto è il corpo di acqua, che si vuole nel canale. (2) Lo stesso metodo si dee adoprare, quando il canale debba servire ad uso di molini, o altre macchine idrauliche, con questa sola differenza, che in conto della caduta necessaria al canale, per non deporre la torbida, si dee porre anche quella, ch'è necessaria per gli edificj, o macchine predette: e nel resto servirsi della regola indicata di sopra. (3) Ma quando il canale sia destinato alle irrigazioni, si dee riflettere, che la di lui necessaria caduta non sarà uniforme in tutte le parti dell'alveo; ma bensì maggiore nelle parti inferiori, a cagione delle moltiplicate diramazioni di acqua, ch'escono per le chiaviche, che si trovano alle sponde del medesimo; e minore nelle superiori, come quelle, che portano maggior corpo di acqua; e perciò, in tal

* Annot. VII.

caso,

caſo, di tanto dee accreſcerſi la caduta del canale, quanto ſi può credere, eſſere di biſogno in tali condizioni.

Quale ſia la caduta neceſſaria ad un canale regolato, è difficile da determinarſi, a riguardo delle molte circoſtanze, dalle quali dipende ſimigliante determinazione: pure, * *per non errare notabilmente, può l' architetto regolarſi coll' eſempio di altri canali, ſimili a quello, che ſi vuol fare*, dei quali ſia nota la caduta, e proporzionarla al medeſimo; e ſe non ſi trovaſſe canale affatto ſimile, può prenderſi norma da altri, o maggiori, o minori, ſminuendo, o accreſcendo la caduta colle dovute ponderazioni; e quando ſi prendeſſe errore di qualche oncia di caduta per miglio, o di più, o di meno, *ſe l' errore influiſca in alzamento di fondo, ſi può tollerare;* perchè ordinariamente ſono tanti, e tali i beneficj, che ſi ricavano dai canali regolati, che ponno ben ſoggiacere a qualche aggravio di annua ſpeſa, per l' eſcavazione degl' interrimenti, che vi ſi faceſſero: ma *ſe l' errore* preſo nella ſtima della caduta, *influiſſe in maggior profondamento di alveo, è facile il rimedio, o col ſoſtentare il fondo di eſſo con una chiuſa*, che può utilmente ſervire a qualche edificio; o con un ſoſtegno all' imboccatura, o in altro luogo; *o pure con prolungare il canale* quel di più, che porterà il biſogno. *Quando* poi *le acque, che devono correre per lo canale, foſſero chiare, allora ogni difetto di caduta è tollerabile;* perchè, atteſa la lunghezza del tempo, nel quale ſuccedono interrimenti nocivi, ogni picciola annua ſpeſa baſta, per mantenerlo ſcavato a ſufficienza.

*Ann. VIII.

IV. Eſſendo il ſito del fiume, nel quale è fabbricata la chiuſa, ghiaroſo, neceſſariamente dovrà la ghiara prolungarſi anco al di ſotto della chiuſa medeſima, più, o meno, ſecondo le circoſtanze; e ſimilmente dovrà entrare nel canale, dentro il quale richiederà cadute eſorbitanti; perciò la quarta regola è, che *in tal caſo è neceſſario l' uſo dei paraporti di ſopra deſcritti*, col beneficio dei quali ſi faccia rientrare nel fiume, dentro il minore ſpazio poſſibile, la ghiara entrata nel canale, come ſuccede nel noſtro canale di Reno, dentro il quale non ſi protrae la ghiara, che mezzo miglio, o poco più; abbenchè nell'alveo del fiume s'eſtenda al preſente cinque miglia, e ſi eſtendeſſe, per lo paſſato, molto più: anzi ſi ſarebbe potuto impedire, che la ghiara non occupaſſe tanto ſito, dentro il canale predetto, ſe il luogo della ſituazione dei paraporti foſſe ſtato meglio inteſo; e ſe ſi faceſſero operare più frequente-

mente, e in tempo opportuno, se ne avrebbe maggior vantaggio; dimanierachè potrebbe succedere, che dentro di detto sito (abbenchè il fondo sia ghiaroso) si conservasse però orizzontale; e perciò, mancando la caduta, è molto utile di fare il canale, per qualche tratto, contiguo, il più che si può, al labbro del fiume, e fabbricarvi alle sponde quel numero di paraporti, che può credersi necessario, avvertendo di non farli troppo lontani l'uno dall'altro, acciocchè l'operazione del secondo incominci, dove termina quella del primo; e ciò perchè, non potendosi i predetti paraporti tenere lungo tempo aperti, per non lasciare tanto tempo il canale privo dell'acqua necessaria, bisogna, che in poch' ore, che stiano aperti, si facciano le dovute escavazioni, le quali si fanno sempre più sollecitamente nelle parti più vicine al paraporto, e gradatamente sempre più tardi nelle maggiormente lontane; siccome succedono maggiori, quanto più la soglia del paraporto medesimo è abbassata sotto il fondo ordinario del canale.

V. Serva per quinta regola *l'osservazione da farsi, se il fiume, dalla chiusa sino al sito dello sbocco, che si pensa dare al nuovo canale, conservi sempre la stessa caduta di fondo; o pure la varj per alcuna delle cause, dette a suo luogo*; posciachè variandola, non basta fare la livellazione del fiume per un miglio, o due di lunghezza, ma bisogna compirla sino al sito accennato; nel che* lo consiglierei (come che si tratta di una operazione importante) a non fidarsi dei livelli materiali, i quali, come in altro luogo si è avvertito, tutto che fabbricati con ogni possibile esattezza, ed adoperati con ogni immaginabile diligenza, sono soggetti ad errori esorbitanti, come apparirà a chi vorrà farne la prova, col ripetere più volte l'operazione medesima; ma bensì eleggerei di fare le livellazioni con acqua stagnante, il che, in molti luoghi, ed in opportuna stagione, è facile da farsi, valendosi dei fossi destinati allo scolo delle campagne &c.

*Annot. IX.

VI. La sesta regola è: *Che per diminuire la necessità della caduta al canale, torna sempre il conto di mantenerlo ristretto il più, che sia possibile*; perchè maggior corpo di acqua contribuisce sempre a tenere più basso il fondo dell'alveo; e se non altro, ad impedire, che gl'interrimenti non si facciano così alti, nè con tanta sollecitudine, come per altro sarebbero, se il canale avesse maggiore larghezza.

VII.

VII. La disposizione del piano di campagna, per lo quale si pretende di far correre il canale, ha molto luogo in questo particolare; perchè si danno dei casi, nei quali bisogna sostenerlo tutto sopra il piano di terra, con grave pericolo, e sconcerto; e degli altri, nei quali è d' uopo fare delle escavazioni esorbitanti; e perciò bisogna regolare il tutto con un'esatta livellazione dei siti, per li quali si pensa di condurre il canale. Generalmente però (e sarà la settima regola) *bisogna portare i canali regolati al lungo dell' inclinazione della campagna; non mai, o di rado, a traverso di essa;* perchè in tali siti la livellazione non regge; s' intersecano i condotti di scolo, e si ha bisogno di argini molto alti, per tenerli inalveati, oltre molti altri danni, che succedono in occasione di rotte &c.

VIII. L' ottava, ed ultima regola sia quella di * *non intromettere nel canale altre acque, se anch' esse non sono regolate, e particolarmente, se portano sasso, o ghiara;* perchè simiglianti materie sconcertano di molto la caduta del fondo, ed il più delle volte sono pregiudiciali al fine, per lo quale si fa la spesa della condotta del canale. Tali incontri debbono sfuggirsi; e quando non sia possibile, bisogna ricorrere al rimedio dei ponti-canali, per mezzo dei quali riesce molte volte di portare simili corsi di acqua da un lato all' altro del canale regolato, al di sopra del pelo del medesimo. *Le fosse* però *di scolo, ed altre acque chiare, non possono nuocere, che per la soverchia abbondanza;* e perciò, quando si abbia sicurezza, che non riescano troppo copiose, non occorre prendersi gran cura, per impedir loro l' ingresso; ed in ogni caso *le botti sotterranee ponno servire per dar' esito alle medesime* sotto il fondo del canale, e sono praticabili particolarmente in quei casi, nei quali piuttosto le predette fosse restassero impedite, dovendo entrare nel canale medesimo.

* Annot. X.

Da ciò, che sin' ora è stato diffusamente spiegato, può dedursi, quale sia il metodo da servirsi nella condotta di quei canali derivati, che più non rientrano nel fiume, che loro diede l' origine, ma devono metter foce, o in paludi, o in lagune, o simili; perchè *anche in questo caso, è necessario di regolarsi colla caduta, che si ha; con quella, ch' è necessaria alla condotta del canale; colla disposizione del piano di campagna &c.* Ed anche a questo caso ponno applicarsi i rimedj sopraccennati per rendere minore la necessità della caduta.

ta. Insomma, fuori delle predette, non vi è altra regola di più, che di tenere la linea più breve, che si può, da un termine all'altro, per averne tutta la possibile caduta, che rade volte in fatti succede, sia superiore al bisogno.

Le predette regole servono anche in caso di volere portare un canale derivato da un fiume, a sboccare in un'altro, il che molte volte accade, per facilitare il commercio con nuove navigazioni; ma in ciò si dee avvertire, ad oggetto di non fare proposizioni, che siano affatto impossibili da riuscire, che *il canale derivato dee procedere dal fiume minore, ed avere lo sbocco nel maggiore*, e non mai al contrario; perchè, essendo il fondo del primo, in siti omologi, più alto di quello del secondo, non può riuscire, che l'acqua partita da questo possa aver' esito in quello; se pure ciò non sia in sito molto basso, e poco lontano dallo sbocco; si dee ancora avvertire, che *la caduta di detto canale non sia maggiore del bisogno, ed assolutamente minore di quella del fiume*; altrimente, se non si hanno buone macchine regolatrici dell' introduzione dell' acqua, si corre pericolo, che il canale derivato, a poco a poco, tiri a se tutta l'acqua del fiume, e facciasi alveo del medesimo; il che alle volte può riuscire con utile, alle volte con danno.

Il mantenimento dei canali regolati, come si è detto di sopra, per lo più, dipende dall'opera degli uomini, rare volte dalle forze della natura; e perciò *non bisogna scordarsi, ne differire di far quello, che si sa per prova, essere necessario a tal fine*; poichè molte volte è succeduto di lasciar perdere canali utilissimi per mera trascuraggine, non avendosi voluto apporre i dovuti rimedj ai piccioli sconcerti, che resi poscia maggiori, hanno ricercate, per essere rimossi, spese tanto grandi, che hanno spaventati i popoli incapaci di farle; i quali perciò non volendo soggettarsi a spese eccessive, hanno eletto per lo meglio, di lasciare andare il canale a disposizione di natura. Per altro *sono i canali regolati, facili da maneggiare*, a cagione del poco corso, e del poco corpo d'acqua, che portano; al che succede, che facilmente si rimedia alle loro corrosioni, e si mantiene la dirittura dell' alveo &c. cose, che difficilmente s' ottengono nei fiumi più grandi, coi quali però hanno comuni le proprietà essenziali.

Gli usi, ai quali sono destinati i canali regolati, ponno essere diversi; poichè primieramente * *servono a far muovere diversi edifi-*

* Annot. XI.

cj

cj idraulici, come sono mole da grano, valche, magli &c. i quali tutti hanno il loro primo moto da una ruota, fatta girare dall' acqua. In questi canali, perchè il corso dell' acqua per ordinario è debole, è necessario di sostentarla, e farle della caduta, dalla quale riceve poi impeto, e forza bastevole a fare il moto, che da essa si ricerca. Tale sostentamento si fa con picciole chiuse, dette ancora *stramazzi*, tant' alte sopra il piano del fondo inferiore del canale, quanto ricerca la caduta necessaria a far muovere l' edificio; sopra del piano, o soglia superiore di questi stramazzi, si collocano più portine di legno, divise l' una dall' altra con pilastri, che vi stanno di mezzo coi suoi correnti, o incastri, ai quali si addattano le portine predette, che si aprono, e serrano a modo di saracinesca. Aperta una di queste, dà l'esito sotto di se (cioè per lo vano, che resta tra la soglia dello stramazzo, e la parte inferiore di essa portina) all'acqua del canale, che s'introduce a correre per un' altro canale di legno, dal quale viene portata alla ruota, che dà il moto a tutto il restante della macchina. Quanto è maggiore l' altezza dell' acqua sopra la soglia dello stramazzo, tanto maggiore è la velocità, colla quale ella esce dal vano delle portine; e tanto più si accresce, quanto più grande è la caduta del canale di legno, che la riceve; dimanierachè l' impeto, col quale è spinta la ruota, è per appunto quello (prescindendo dalle resistenze) che compete alla discesa dalla superficie dell' acqua sostenuta dalle portine, sino al luogo dell' applicazione dell' acqua alla ruota; sebbene poi la velocità, con che questa si muove, sia varia, secondo la quantità dell'acqua, che spinge l' ala della ruota; secondo il modo dell' applicazione di quella a questa; e secondo la quantità della resistenza, che incontra; provvenga ella, o dalla struttura, e condizioni della macchina, o * dall'acqua del canale inferiore, che suole ostare al giro della ruota medesima.

* Annot. XI

Ponno essere le predette portine, o una sola, o più; e ciò dipende dalla quantità di acqua, che si ha nel canale, e dal numero degli edificj, che si hanno da muovere; e quando questi ricerchino tutta l' acqua, come che il corso di essa viene ad essere nelle parti vicine al fondo del canale, *poco moto si osserva nella di lui superficie*, che apparisce al senso, quasi stagnante; ma se con istromenti idonei si misurerà la velocità, si riscontrerà, quanto ella sia grande vicino al fondo del canale; *Nei luoghi* però *del medesimo*, che

che ſono molto *al di ſopra delle portine* predette, *ſi vede la ſuperficie dell' acqua più veloce*, e ſi riſcontra non eſſere tanta la differenza tra la velocità della ſuperficie, e quella del fondo, finchè, *ceſſando gli effetti del riſtagno fatto dalle portine, l' acqua corre con quelle regole, che ſono proprie dei fiumi liberi*. Ma quando l' acqua ſia più copioſa di quello, può richiedere l' uſo degli edificj, ſi ha neceſſità di avere dei *regolatori*, *o ſfogatori*, i quali divertiſcano l'acqua ſuperflua: e ponno eſſere di due ſorti, cioè, o alti a fior di acqua ordinaria, o paraporti. I primi hanno la ſoglia tanto alta, quanto baſta per ritenere nel canale la quantità di acqua neceſſaria, e laſciano paſſare ſopra di quella, la ſoprabbondante; queſti *diverſivi a fior di acqua* ſono di uſo faciliſſimo; *perchè ſono ſempre in opera, e preparati al loro ufficio*; *ma* per lo contrario, *non fanno, molte volte, tutto l' effetto, che ſi vorrebbe*, e niente contribuſcono a mantenere ſcavato il canale. Ma i *paraporti*, ſebbene ſono più difficili da maneggiare, ed addimandano maggior vigilanza, *fanno effetto più ſenſibile in regolar l' acqua a miſura del biſogno, in caſo di eſcreſcenze; e mantengono ſcavato il fondo al canale*, come ſi è detto di ſopra, trattando dei medeſimi. Accade ſovente, che non ſi abbia luogo, dove ſmaltire l' acqua eſtratta dal canale; e perciò è neceſſario, rimetterla dentro il medeſimo, nella parte di ſotto allo ſtramazzo, il che ſi fa ordinariamente in due maniere; o con canali laterali, che dopo poco ſpazio ſi riuniſcano al canale principale; o pure facendo una porta grande, che ſtia in mezzo alle portine, provveduta al di ſotto di un canale particolare, e proporzionato, che non abbia alcuna comunicazione con quelli delle portine, e che porti l'acqua, che riceve, al diſotto dell'edificio, ed * in luogo, che l'acqua uſcita da eſſo, non dia impedimento veruno al moto delle ruote; e con tale avvertenza ſi dee pure procedere nell'eleggere il ſito dell' ingreſſo del canale laterale del diverſivo; e perciò, *in caſo, che lo ſtramazzo ſcarſeggi di caduta, meglio rieſcono i diverſivi laterali*, come quelli, che rendono l'acqua al canale in quella diſtanza, che ſi vuole, e che ſi trova non eſſere nociva.

*Ann. XIII.

Quando ad un' edificio ſi penſi farne ſuccedere degli altri, che addimandino anche eſſi della caduta, biſogna prima riflettere, ſe la caduta del canale lo permetta; poſciachè, come ſi è detto di ſopra, le cadute di tutti gli ſtramazzi preſe inſieme, non ponno ecce-

eccedere quella, che è soprabbondante al canale, se pure non si pretendesse di sottomettersi all' obbligo dell' escavazione. Coll' avvertenza a questa regola, *poco importa, se gli edificj sieno o in poca, o in molta distanza, l'uno dall' altro; purchè le ruote del primo non risentano il ristagno fatto dalle portine del secondo*; e tal riguardo ancora si dovrebbe avere, quando, mancando la caduta, si pensasse di mantenere basso il fondo del canale coll' escavarlo di tempo in tempo; ed allora sarà venuto il caso d' intraprendere ciò, quando l' elevazione del fondo sarà fatta tale, che cagioni tanto di altezza di acqua nel canale inferiore, che cominci a pregiudicare al moto delle ruote dell' edificio superiore; poichè *l' interrimento di un canale, in caso simile, mai non apporta danno all' edificio inferiore, ma solo a quello, che immediatamente gli sta al di sopra.*

Il secondo beneficio, che si ritrae da questi canali, è quello delle navigazioni. Richiedesi a questo fine tant' altezza di acqua, che basti almeno a sostentare le barche, dimanierachè, essendo cariche, non tocchino il fondo; e tanta larghezza, che possano comodamente darsi luogo, nell' incontrarsi, due barche; quindi è, che secondo la qualità di queste, addimandano maggiore, o minor corpo d' acqua i canali navigabili; o pure (che è il più facile, e consueto) bisogna proporzionare la qualità, e grandezza delle barche all' altezza di acqua, ed alla larghezza d' alveo, che si ha. Ma perchè molte volte, dando la larghezza necessaria al canale, riesce l' altezza dell' acqua così scarsa, che si rende incapace di portar le barche, che si vorrebbero adoperare; perciò è necessario di provvedere coll' arte a questo difetto, trattenendo l' acqua, ed obbligandola ad alzarsi di pelo fino a quel segno, che può soddisfare al bisogno; quindi è, che *con debolissimi corsi di acqua si ponno fare canali navigabili da ogni sorte di barche.* Non basta, però, dare corpo all' acqua con trattenerla, se nello stesso tempo non si provvede al transito delle barche, che per altro resterebbe interrotto dagli ostacoli, opposti al corso del canale per elevarlo di superficie. Ciò s' ottiene col fare, che gli ostacoli possano rimuoversi a piacimento, e la maniera più praticabile è quella dei *sostegni*, che sono una specie di cateratte artificiali.

Sono composti i detti sostegni di due ordini di porte, ognuno dei quali serra attraverso tutto il canale, e sono distanti, l' uno dall' altro, quanto basta per dar luogo libero, nel sito di mezzo, ad

Vedi la Figura 59.

ad una, o più barche, rispetto tanto alla lunghezza, quanto alla larghezza di esse; essendo chiuse le porte superiori, l'acqua al di sopra di esse resta elevata a quel segno, che si desidera, ed al di sotto resta bassa, più, o meno, secondo le circostanze; e lo stesso succede, quando, aperte che siano le porte superiori, restano chiuse le inferiori, dimodochè nel sito compreso fra i due ordini di porte (che dev' essere fortificato di muro) l'acqua, ora si trova alta, ora bassa, * con quella differenza fra l'altezza, e la bassezza, che porta la caduta del sostegno. Da ciò deriva, che entrata, che sia una barca nel sostegno, quando le porte inferiori sono chiuse, ed aperte le superiori, (il che porta per necessità, che il pelo dell'acqua del sostegno stia in quel tempo a livello colla superficie del canale superiore) si ponno dipoi chiudere le porte di sopra, impedendo l'afflusso di nuova acqua nel sostegno medesimo: indi scaricando regolatamente l'acqua racchiusa fra le porte, si viene a poco a poco ad abbassare il di lei pelo, sino ad equilibrarsi con quello del canale inferiore; ed allora aperte le porte di sotto, si lascia luogo alla barca di proseguire il suo viaggio. In modo contrario si dà il passo dalla parte inferiore del canale alla superiore; posciachè introdotta la barca nel sostegno, trova in esso il pelo dell'acqua assai basso, come che le porte superiori impediscono, che l'acqua del canale più alto non vi entri: chiuse poi le porte inferiori, ed introdotta con regola nuov'acqua nel sostegno, questa a poco a poco va elevandosi di superficie, e sollieva la barca, finchè equilibratosi il pelo del sostegno con quello del canale di sopra, si aprono le porte, e la barca, uscendo dal sostegno, ripiglia il suo cammino.

*Ann. XIV.

Nell'empiere, e votare i sostegni si osservano diverse particolarità rimarcabili; poichè *nell'empierli si vede un continuo bollimento di acqua, composto di vortici di ogni sorte*, il quale scuote molte volte la barca, e la aggirerebbe, se non fosse legata a qualche luogo stabile: ciò procede dalle diverse riflessioni, che patisce l'acqua dalle sponde del sostegno, e dalle porte inferiori, siccome ancora dai risalti, che fa dal fondo alla superficie. Questi moti sono maggiori, e più evidenti, quanto maggiore è la caduta del sostegno; e perciò anche sul principio del riempiersi, si osservano maggiori, e più patentemente, e poi vanno scemandosi gradatamente, finchè empiuto affatto il sostegno, terminano in una placidissima

sima quiete. Parimente si osserva, che *prima, che l'acqua del sostegno arrivi col suo pelo a livello di quella del fondo del canale superiore; o pure a livello del fondo dello sfogatore*, che dà l'acqua al sostegno medesimo, *il riempimento si fa sempre con eguale celerità; ma dopo, questa comincia a scemare, e sempre più, quanto minore si rende la differenza dei peli di acqua*. Questo effetto nasce dalla velocità dell' acqua, che, prima essendo uniforme, e scorrendo sempre per la stessa apertura, porta nel sostegno in tempi uguali, quantità uguali di acque; ma poscia trovando il contrasto dell' acqua nel sostegno, comincia a sminuirsi, e la velocità, e la copia dell'acqua; e perciò in tempo uguale non può fare l'alzamento di prima. Per questa stessa ragione, in alcuni casi, ad effetto di non dare scuotimenti violenti alle barche, sul principio del riempimento, si dà minore apertura all'acqua, ch'entra nel sostegno, ma verso il fine si accresce; perchè allora essendo minore il di lei impeto, non può cagionare moti dannosi, come sarebbe nel principio, quando la medesima vi entra con più velocità.

Nel votarsi poi dei sostegni si vede tutto il contrario; perchè *sul principio gli abbassamenti dell' acqua sono maggiori, che nel fine*; e ciò nasce dall' altezza di essa, che quanto è maggiore, cagiona più velocità in quella, che esce, secondo la proporzione medesima, colla quale si vota un vaso pieno di acqua, come è stato dimostrato dal Torricelli, e da altri. E perchè il votarsi di un sostegno, altera poco il pelo dell'acqua del canale inferiore, e perciò la di lui acqua non apporta impedimento di considerazione a quella, che esce; ne nasce, che più *presto voterassi un sostegno di quello, che si empia; e tanto maggiore sarà la differenza del tempo, quanto il fondo del canale superiore sarà più alto del pelo dell'acqua ordinaria del sostegno*, come renderassi manifesto dal considerare, che * l'altezza, la quale dà la velocità all'uscita, è uguale alla caduta del sostegno; ma quella, che rende l'acqua veloce nell'entrare, è tanto minore della predetta, di quanto importa l'alzamento del fondo del canale superiore sopra il pelo di acqua dell'inferiore. In fine *l'acqua nell' uscire dal sostegno non fa in esso, quei moti sregolati, che cagiona nell' entrare*; ma bensì nel canale inferiore, abbenchè, a causa dello sfogo, che dà loro il canale, siano di gran lunga meno rimarcabili degli altri.

* Annot. XV.

Siccome *deono avere i sostegni un' acqua regolata*, altrimenti

 cor-

correrebbero rischio di essere in breve roversciati dall'impeto
delle piene, e sarebbero incomodi al transito delle barche; così
hanno bisogno di diversivi, e di sfogatori, che rimuovano la super-
flua, anzi l'ordinaria, quale non dee mai avere esito per lo soste-
gno, che in tempo di bisogno; ma bensì essere sostentata in mo-
do, che il tratto superiore del canale abbia acqua abbondante per
l'uso della navigazione; e perciò dee essa star sempre appoggiata
all'uno, o all'altro ordine di porte del sostegno. Queste diver-
sioni di acqua utilmente si adoprano a far muovere diverse mac-
chine; e perciò cadono sotto le considerazioni già fatte.

Deesi ben' avvertire, che diminuendosi, per cagione del sosten-
tarsi dell'acqua, il corso alla medesima, qual volta questa sia tor-
bida, succedono degli *interrimenti di fondo*; che però *si tolgono al-
meno in gran parte coll' aprire, di quando in quando, le porte dei soste-
gni*, o paraporti, che vi si trovano, e fare, che la velocità del cor-
so dell'acqua in quel tempo escavi il canale, fino alla soglia delle
porte superiori, o del paraporto; la quale escavazione viene mol-
to facilitata dalla copia dell'acqua trattenuta, di gran lunga mag-
giore di quella, che avrebbesi, se il canale fosse aperto, essendo
quest'effetto simile a quello, che fanno i rigurgiti del mare negli
alvei dei fiumi, che vi sboccano immediatamente. *Giova* anche
molto al fine medesimo il moto delle barche, che nel loro passaggio
agitano l'acqua, e la rendono più veloce, particolarmente nelle
parti inferiori, e quando sono tirate contro il di lei corso; al che
succede, che staccata l'arena dal fondo, a poco a poco, viene
spinta all'ingiù, e finalmente portata al suo termine. Se il soste-
gno non avrà le soglie più alte del fondo stabilito del canale, egli
è evidente, che *la sola apertura delle porte di quello, in tempo di ac-
qua grossa, è bastante per espurgarlo da tutti gl' interrimenti*, succe-
duti nel tempo, che esse sono state chiuse; perchè siccome, libero
che fosse il canale, non interrirebbe se medesimo, così quando
sia interrito, è valevole senz'alcun' ajuto esteriore a ristabilirsi sul
suo fondo primiero; e non vi ha dubbio, che dopo aperte le
porte del sostegno, il medesimo canale non sia constituito
in istato d'intera libertà; quindi è, che *non occorre mai, con soglie
attraverso il canale, fare elevare il fondo dello stesso, se non si ha cadu-
ta soprabbondante*; ma basta, in caso di avere per appunto la suffi-
ciente, o pure qualche poco deficiente, fare il predetto doppio
ordi-

ordine di porte, tutte dell'altezza medesima, e situare le soglie di queste, e di quelle al piano del fondo del canale. Per altro, *quando l'escavazione del canale interrito non possa ottenersi coll' apertura*, più volte replicata, *delle porte* ultimamente descritte, *converrà ricorrere all'escavazione manufatta*, che è l'unico rimedio in quei casi, nei quali la natura ricusa di cooperare al nostro fine.

Giacchè la materia ha portato di avere a discorrere delle navigazioni, non sarà fuori di proposito d'indicare quì brevemente i mezzi, coi quali si rendono navigabili i fiumi. Tutto ciò, che impedisce, che un fiume non sia navigabile, o appartiene all'alveo, o all'acqua, che scorre per esso. Gl'impedimenti alla navigazione, che derivano dall'alveo, sono (1) *Gl'interrompimenti del medesimo*, come sono le cateratte, la copia dei sassi, particolarmente di mole smisurata &c. (2) *La soverchia larghezza del letto occupato dall'acqua nella sua mediocrità*, la quale fa, che non si possa avere la necessaria altezza del corpo di questa. (3) *Gli scogli, che si alzano dal fondo dell'alveo*. (4) *I vortici*, particolarmente quelli, che per qualche apertura esistente nel fondo, ingojano l'acqua, e con essa molte volte le cose, che sopra di essa galleggiano. (5) *La soverchia angustia delle tortuosità*, che non permette, che le barche si voltino con facilità, e fa, che difficilmente siano tirate contr' acqua. (6) *Il difetto delle sponde*, o troppo alte, e scoscese, sicchè non lascino il luogo conveniente agli animali, che deono tirare le barche al contrario del corso del fiume; o troppo basse, dimodochè siano sormontate da ogni escrescenza di acqua, che le renda pantanose, ed impossibili a praticarsi; o troppo distanti dal filone del fiume, dimanierachè da esse non si possa ricevere ajuto alcuno in caso di bisogno &c.

Di questi però, alcuni sono rimediabili, altri no. Poichè le cateratte, se sono artificiali, ponno avere altr' uso più importante, che di rendere navigabile il fiume; e se sono naturali, e il fiume perenne, o sono impossibili da rimuoversi, o troppo dannoso sarebbe l'effetto, che ne fosse per seguire, atteso il profondamento, che si farebbe nell'alveo del fiume superiore ad esse; quando però fosse possibile, ed il sito lo permettesse, *si potrebbe derivare un canale dall'alveo superiore, e portarlo a sboccare nell'inferiore, facendo in esso* quel numero di *sostegni*, che bisognasse, per fare ascendere le barche dall'alveo di sotto a quello di sopra, ed

al contrario: inſomma far conto, che la cateratta foſſe il diverſivo di un ſoſtegno. *I ſaſſi groſſi*, che ſi trovano negli alvei dei fiumi, e che col loro oſtacolo impediſcono il tranſito alle barche, *ponno levarſi, o romperſi*, qual volta però ſia da ſperarſi, che levati eſſi, non ve ne rientrino degli altri ſimili; e perciò, quando la qualità dei ſaſſi portati dai torrenti ordinariamente nell'alveo del fiume, è quella, che toglie al medeſimo la navigazione, è altresì vana ogni opera per levarli, ſe non ſi divertiſcono i torrenti, il che più volte rieſce impoſſibile.

Alla ſoverchia larghezza dell'alveo ſi rimedia, *col tenere riſtretta l'acqua*, o con lavorieri alle ripe, che producano delle alluvioni, e che vogliono eſſere proporzionati al fiume, ed al ſito, nel quale ſi hanno da fare; o ſe la larghezza dipendeſſe dalla qualità del fondo difficile da eſcavarſi, col proccurare di fare coll'arte, e coll' opera manuale, quello, che non può fare il fiume da ſe; o pure col fargli mutar corſo, e condurlo a ſcorrere per luoghi, nei quali ſia più facile da mantenerſi riſtretto. Si dee però avvertire, che i fiumi hanno la loro larghezza determinata dalla natura, la quale, ſolo con violenza, può ſminuirſi; ma in queſto caſo biſogna riflettere, ſe il fiume conſervi la ſteſſa ſoverchia larghezza in tutti i ſiti; o pure, ſe tale larghezza è in un luogo ſolo: ſe queſto ſia, è parimente ſegno, che l'alveo troppo dilatato, è effetto di cauſe accidentali, che ponno ſuperarſi; ma * *ſe la larghezza ſia uniforme in tutti i luoghi, il difetto non procederà da eſſa, ma dalla ſcarſezza dell' acqua*; e quando pure il medeſimo difetto voleſſe ſuperarſi, biſognarebbe prepararſi a fare un continuo sforzo alla natura; o pure valerſi dell'acqua, che ſi ha, introducendola in un canale regolato, per lo quale poteſſe avere, ridotta in alveo più anguſto, un' altezza neceſſaria al biſogno.

* Ann. XVI.

Gli ſcogli, che ſi alzano dal fondo dell' alveo, *ſe reſtano ſempre coperti dall' acqua, ſono difficili da levarſi*; pure non è impoſſibile, e in ciò ſi ricerca il giudicio di chi ha da operarvi; ma *ſe* alle volte *ſi ſcoprono in acqua baſſa ponno ſpezzarſi*, o collo ſcarpello, o con mine fattevi dentro; ma rare volte, ſe non ſono bene ſpeſſi, impediſcono, che un fiume non ſia navigabile, bensì lo rendono pericoloſo in certa altezza di acqua.

I vortici, ſe ſono *ciechi*, *ſi tolgono colla rimozione delle cauſe, che li producono*, le quali ſempre ſtanno alle ſponde, qualche volta nel fon-

fondo degli alvei; e perciò chi ben' intenderà le cagioni di essi, facilmente comprenderà, come si possa loro provvedere; rade volte però sono questi pericolosi. Ma *le voragini, che ingojano l' acqua, non hanno rimedio alcuno; solo*, se fosse praticabile, *si potrebbe derivare un canale, che uscisse dal fiume al di sopra, e rientrasse al di sotto della voragine medesima*. La qualità di questo pericolo non si può diffinire, che dall' esempio, che hanno dato agli altri, i più incauti, e i più temerarj, siccome in molti casi l' esperienza insegna, quale sia la strada, che debba tenersi per isfuggirne il pericolo.

All' angustia delle tortuosità si rimedia in quelle stesse maniere, che si praticano per le corrosioni; e perciò, quando riesca inutile ogni altro tentativo, si ponno fare dei tagli, e con essi raddirizzare il corso del fiume.

Perchè le barche vadano a seconda del fiume, poca, o niuna considerazione si dee avere alla qualità delle sponde; ma se deono tornare indietro contr' acqua, e se la forza del vento non è bastante a spingervele, bisogna adoprare cavalli, o altri animali, che colla loro forza superino quella della corrente; perciò *bisogna, che per questi sia preparata una strada*, il più che sia possibile, facile, che nei fiumi arginati suol' essere sopra gli argini, e sul labbro delle golene; e nei disarginati, in tempo di acqua bassa, per le ghiare; ed in tempo di piena per le ripe dei fiumi medesimi. Quindi è, che i siti di queste strade deono essere liberi, e senza arbori dalla parte del fiume, e tanto alte, che l' acqua del fiume non v' arrivi, ma poco di più; e di buon fondo, perchè gli animali predetti non vi s'impantanino. Perciò, *se un fiume avrà le sponde scoscese*, come se fossero di sasso, *e troppo alte, non sarà navigabile, quando dentro del dirupo non si tagli una strada proporzionata*, bassa quanto basta, per non avere una tirata troppo obbliqua; e tanto alta, che non sia bagnata dal fiume; e quando le medesime fossero pantanose, perchè il fiume le sormontasse; bisognerebbe alzarle a modo d' argini, e in questa maniera renderle più asciutte: finalmente, se fossero troppo lontane dal filone, come quando i fiumi di gran larghezza nelle piene, sono assai magri d' acqua, e questa si spinge col corso, ora a una ripa, ora all' altra; bisogna assodare una strada temporanea per le spiagge del fondo dell' alveo, e praticare quella, nella maniera, che si può.

Gl'

Gl' impedimenti delle navigazioni, che appartengono all' acqua, la quale scorre per li fiumi, che si vorrebbero rendere navigabili, sono questi. (1) *La scarsezza dell' acqua medesima*. (2) *La di lei soverchia velocità*. (3) *Il camminare ella senza regola*. La scarsezza non è rimediabile per altra strada, che con accrescerla mediante l' unione di più fiumi in un sol' alveo; e con acquistare dei rigurgiti, o dal mare, o da' fiumi reali. Alcuni fiumi, che entrano nell' Oceano, non sarebbero navigabili, se dovesse servire alla navigazione la poca acqua, che portano; ma perchè assorbiscono nei flussi un ristagno di acque marine, in alcuni luoghi di trenta, e più piedi d' altezza, si rendono con tal mezzo capaci di portar barche grossissime. Nella stessa maniera i fiumi tributarj, che sboccano nei reali, sono navigabili per qualche tratto coll'acqua, che ricevono di rigurgito da questi; oltre il quale alle volte non sono atti a portare un picciolo battelletto, tanto poca è l' acqua, che hanno. Per questa ragione pochi sono i fiumi dell'Italia, che siano navigabili; perchè essendo di breve corso, hanno poc'acqua, e per conseguenza gran declività di fondo; ed entrando, o nel golfo Adriatico, o nel Mediterraneo (mari, che hanno poco flusso, e riflusso) non godono del beneficio del rigurgito delle acque marine; *L' unico rifugio* adunque *in caso di scarsezza di acqua*, è *quello di cavarla dal fiume, e d' introdurla in un canale regolato*, che cogli artificj sopra descritti, può rendersi idoneo a qualunque sorte di navigazione.

La velocità dell' acqua dei fiumi, anch' essa ricusa ogni sorte di rimedio; se non è quello di *superarne la violenza del corso a forza di animali, che tirino le barche:* dipende la velocità in casi simili, come si è detto, dall' inclinazione degli alvei, la quale, come determinata che è dalla natura, è insuperabile: l' arte di navigare all' ingiù fiumi, anche velocissimi (abbenchè pieni di scogli, e di correntie impetuosissime) è arrivata a tal segno, che si può dire avere toccati i limiti della temerità; ma quella di navigare allo incontro dei medesimi corsi, non oltrepassa il segno di valersi della forza degli animali; e quando questa non basta, non arriva ella più oltre. Perciò alcuni fiumi sono bene navigabili, ed altri potrebbero rendersi tali, quasi dalla loro prima origine fino allo sbocco nel mare; ma il navigarli al contrario riesce impossibile, se non dentro uno spazio determinato, nel quale le declività degli

gli alvei non sono eccessivamente grandi, e ciò qualunque sia il corpo di acqua, che portano.

Il *divagare delle acque*, o sia il correre senza regola, *è un difetto il più facile da correggere di ogni altro*. Non è altro questo corso sregolato, che l'uscire, che fa l'acqua dal proprio alveo, dentro il quale correva ristretta, e dividersi in più piccioli rami, ed in fine espandersi, o in una campagna, o in una palude, o in una laguna &c. a cagione della quale diramazione, ed espansione, non ritiene più quell'altezza di corpo, che è necessaria a reggere le navi: a ciò si può rimediare in diverse maniere; posciachè, se nel sito dell'espansione si trova terra da fare argini, basta chiudere i rami superflui, ed obbligare l'acqua a correre per un solo, dentro il quale avrà altezza maggiore; ed arginare le sponde di detto alveo, acciò il fiume non le sormonti; se però ciò solamente succedesse in tempo di piena, e che l'acqua ordinaria, correndo inalveata, bastasse alla navigazione, non occorrerebbe per questo fine fabbricare argine alcuno. Ma mancando la terra per la formazione dell'alveo predetto, si può con pali piantati, ed intrecciati di rami di arbori flessibili, racchiudere da una banda, e dall'altra, un sito eguale a un dipresso a quello, che occuperebbe l'alveo, formato che fosse colle alluvioni, ed introdurvi a sboccare dentro il fiume, il quale, se sarà torbido, potrà col tempo, e col mezzo delle deposizioni stabilirsi, per la strada medesima, l'alveo. Bisogna però proccurare di secondare con questa operazione l'inclinazione del fiume; altrimenti, si getterà la spesa senza ottenere il fine desiderato. Serve ancora al medesimo fine, o l'escavare il fondo della palude, o il togliere gl' impedimenti al corso; perchè il fiume s'inalveerà per quel sito, nel quale troverà dei concavi continuati, e nel quale incontrerà minori impedimenti, oltre che ciò è necessario per dare il corpo di acqua, e l'adito necessario alle barche: diverse altre circostanze ponno suggerire rimedj di altra natura, che lascieremo scegliere al giudicio dell'architetto.

Ma egli è oramai tempo di ritornare su la materia di questo capitolo, e di riassumere la considerazione degli usi dei canali regolati; il terzo dei quali è, di *distribuire le acque per le irrigazioni, e per altri comodi*, che ne ricavano quelli, che se ne servono. Per condurre con buon metodo, da un luogo all'altro, canali di tal

natu-

natura, si debbono osservare due regole, la prima delle quali è, che *il canale sia constituito in luogo alto*, se pure non si vuole cavare l'acqua da esso col mezzo di macchine; e perciò si dee formargli l'alveo, non all'uso degli scoli, nel sito più basso delle campagne, nè al lungo della loro pendenza, ma bensì in piani sufficientemente elevati, e piuttosto attraverso delle campagne; e perciò quelli, che sono destinati a questo fine nei nostri paesi, per lo più costeggiano le falde delle montagne, poco importando, che ad oggetto di portarli da un luogo all'altro, si richiedano arginature molte volte assai alte. Anche però *nella condotta di questi canali si deono osservare le cadute, e la disposizione del piano di campagna*, per non dare in isconcerti grandi, che tolgono la durabilità all'operazione; e perciò è bene (e sarà l'altra regola) che *il pelo dell'acqua di uno di questi canali si elevi poco, sopra la superficie della terra*, o almeno non abbia il fondo più alto della medesima, almeno dalla parte di sopra; altrimenti le sorgive, e l'intersecazione dei scoli faranno dei danni. Io ho osservato in molti di questi canali, che traversano le campagne, come nel nostro canale di Reno, e in quello, che viene da Savena, l'uno, e l'altro dei quali entrano in Bologna; nel naviglio di Milano; ed in quello, per lo quale da Padova si passa a Monselice, che la loro ripa dalla parte della montagna, o non ha bisogno di argini, o pure questi sono bassissimi; ma dalla parte opposta, in molti luoghi conviene sostentar tutta l'acqua a forza di argini, e non ho saputo comprendere, se ciò dipenda dall'avvertenza degli architetti, che prima li disegnarono; o pure dalla natura, che col tempo abbia proporzionato il sito al bisogno del canale. Io credo però più facilmente quest'ultimo; perchè supposto, che sul principio sia un canale munito di argini dall'una, e dall'altra parte, egli è certo, che accadendo rotte, o espansioni dalla parte di sopra, si deono fare delle alluvioni nei siti bassi, ed (allargandosi le acque in poco sito, e non avendo altro esito, che nel canale medesimo) molto più alte di quello, possano essere, succedendo rotte negli argini del medesimo canale, che risguardano la pianura, dalla qual parte, l'acqua uscita dalla rotta, s'espande in maggior latitudine, e fa le alluvioni di gran lunga più basse; quindi è, che il piano di campagna, dalla banda più alta del canale, a poco a poco, può essersi alzato al pari degli argini; e quello dalla parte opposta,

non

non essendosi potuto alzare egualmente, ne meno può far sponda al canale, e lascia la necessità di supplire al bisogno coll' elevazione dell'argine. Sia in un modo, o nell'altro, noi potiamo da ciò intendere, quale sia il metodo mostratoci dalla natura, nella derivazione dei canali simili, e proccurare d'imitarlo nelle occasioni.

Per fare poi una giusta distribuzione, o erogazione delle acque di un canale regolato, si dee avvertire. (1) * Che *i centri di tutte le bocche, le quali cavano acque da esso, siano egualmente depressi sotto la superficie della medesima*; altrimenti darassi il caso, che due bocche uguali ricevano quantità di acqua disuguale, e che la differenza sia assai grande. (2) Che *la superficie dell'acqua corrente sia*, perciò, *al possibile, sempre nello stato medesimo; o pure*, che *alzandosi, o abbassandosi, si conservi sempre paralella al pelo antecedente*; in altra maniera si varierà la proporzione dell'acque distribuite. Ma perchè ciò è difficile da ottenere, io consiglierei, che *la distribuzione si facesse proporzionata, supposto il pelo del canale nella sua maggiore bassezza*; perchè allora anche succede il caso di avere maggiormente bisogno dell' acqua; e se alcuna lesione, o improporzione ha da succedere, è meglio, che ciò sia in tempo di acqua abbondante. Il ristringimento proporzionato del canale può contribuire a mantenere il pelo dell' acqua sempre paralello a se medesimo, e noi abbiamo dato il metodo di farlo nel VI. *lib. della misura dell' acque*; ma ivi abbiamo supposto teoricamente, ed in astratto, che le larghezze del canale siano vive: punto, del quale è assai difficile l' assicurarsi nella pratica. (3) *E' necessario* ancora, *che il fondo del canale si conservi sempre invariato*; posciachè elevandosi, farà alzare il pelo dell'acqua, e le bocche superiori riceveranno acqua più del dovere in pregiudicio dell' inferiori; ed abbassandosi, succederà tutto il contrario. Quindi è, che dopo la construzione d' un canale, non si dee fare immediatamente, o almeno assodare la distribuzione dell'acque, regolandosi sul fondo dell'escavazione; ma bensì dee aspettarsi, che il medesimo siasi stabilito colle regole della natura; e dopo distribuire la quantità dell' acqua, a chi si dee. (4) *Le bocche tutte si assegnino ne' luoghi, ne' quali il filone cammina paralello*, ed in mezzo *all' una, ed all' altra ripa*; poichè è certo, che se la direzione dell'acqua incontrerà una di queste bocche, v' entrerà in copia maggiore di quella, che uscirà per un' altra, che in (parità di tutte l' altre circostanze) sia lontana

* Ann. XV

tana dal filone predetto, e nella quale debba entrare col solo sforzo dell' altezza dell' acqua. (5) *S' elegga una misura invariabile, alla quale abbiano da essere eguali tutte le bocche dell' erogazioni, e dovendosi maggior copia d' acqua all' uno, che all' altro, se gli assegnino più bocche separate nella dovuta proporzione*, le quali s' unifcano poi, se così si vuole, in un canal solo dopo la distribuzione; altrimenti regolandosi la proporzione secondo l' aree delle bocche, sempre n' avrà più del dovere la bocca maggiore, come quella, che a riguardo dell' area ha minore la circonferenza, e per conseguenza minore l' ostacolo dello sfregamento fatto all' uscita. (6) Che *i canali, i quali ricevono immediatamente l' acqua dalle bocche predette, siano tutti della stessa lunghezza, larghezza, e pendenza, e nella parte interna egualmente lisci*; potendosi ragionevolmente credere, che l' acqua ricevuta in canali più larghi, più corti, e più declivi, riesca anche più copiosa; siccome è certo, che la diversa asprezza interiore de' detti canali, apporta maggiore impedimento all' uscita dell' acqua: sotto nome di canale in questo luogo, s' intende un tubo, che sta applicato al foro della bocca, e trasfonde l' acqua in un canale aperto, per lo quale viene poi portata al luogo destinato. (7) Perchè alle volte una bocca sola serve a più d' uno, occorre, che l' acqua uscita da essa, correndo per lo suo canale aperto, debba di nuovo dividersi; il che può farsi col *preparare un canale di pietra, che abbia il fondo per ogni verso orizzontale, o pure un bottino, nel quale si riceva l' acqua; ed intestatolo nella parte inferiore con un muro, incastrare in esso un marmo, o altra pietra dura, nella quale siano tagliati più fori eguali*, secondo le regole dette di sopra, *che diano a ciascheduno la sua parte dell' acqua*, da portarsi poi ne' fondi de' padroni per via di canali separati. S' avverta però in questa divisione ciò, che si è detto di sopra al numero quarto. (8) *Quando la divisione s' ha da fare in due parti uguali, basta*, preparato che sia il canale predetto, *fare in esso un divisore, che tagli il corso dell' acqua nel mezzo*, ed obblighi la metà del canaletto, a portarsi ad una parte, e l' altra metà, all' altra parte; nel che però si dee proccurare, che lo scarico sia ugualmente felice, e che vi sia una perfetta uguaglianza di tutte le circostanze, a favore tanto dell' una, quanto dell' altra parte.

Quelli, che distribuiscono, e vendono le acque ad oncie, si vaglio-

gliono di una quantità per base fondamentale di tutte le altre, che loro è affatto incognita; poichè ordinariamente si desume questa denominazione dall'area del foro, o bocca, che la deriva dal canale, o altro ricettacolo; e sebbene questa può essere invariabile, la quantità però dell'acqua, che passa per essa in un tempo determinato, variasi notabilmente, a cagione dell'altezza dell'acqua, che sta sopra del foro. Appresso gli antichi Romani, che prima di distribuire le acque, le radunavano in una gran vasca, e situavano tutti i fori all'istesso livello, poteva servire il nome *d'oncia d'acqua*, se non per esprimere una quantità assoluta, e determinata nella sua grandezza, almeno per significare una quantità ideale, o piuttosto proporzionale, che, sebbene variasse nella quantità, ritenesse però la stessa proporzione alle altre multiplici, o submultiplici della medesima, come sono i gradi del circolo assunti da' Geometri per misurare la quantità degli angoli; ma nei nostri tempi, nei quali le erogazioni si fanno da' canali, e non si ha avvertenza veruna di situare le bocche alla *stessa* profondità sotto la superficie dell'acqua, il nome d'oncia nient'altro significa, fuorchè l'apertura della bocca dell' erogazione; quindi è, che Monsieur Mariotte nel suo altre volte lodato libro *del moto dell' acque*, stimò di dovere stabilire la quantità assoluta dell'acqua, che debba chiamarsi un'oncia; e dopo più esperienze fatte per trovare la quantità dell'acqua, che esce da un *foro circolare*, che abbia un pollice, o un'oncia di diametro, e che sia appena sommerso sotto la superficie dell'acqua del riservatojo; ferma la quantità *d'un'oncia, o pollice di acqua, a quella quantità di essa, che essendo uscita dal suo foro in un minuto di tempo, può essere precisamente contenuta da quattordici pinte di misura di Parigi, ciascuna delle quali contenga due libre*, dimodochè un' oncia di acqua, secondo il detto famosissimo Autore, verrebbe ad essere ventotto libre parigine. Ciò è affatto arbitrario; ma non ostante, converrebbe pure, che gl' istromenti s'accordassero in determinare una quantità alla quale potessero avere relazione le altre, o maggiori, o minori.

Discorrendo della distribuzione dell'acque, io non ho preteso, che perciò si debbano togliere gli abusi, che in essa si commettono; poichè so, quanto sia difficile di correggere gli errori inveterati, particolarmente quando sono generali, e ridondano in vantaggio di qualcheduno: e nè meno ho pensato di trovare i rime-

medj a tutti i casi possibili, bensì di aprire l'intelletto a' professori, acciocchè, occorrendone de' non preveduti, possano trovare i ripieghi adattati a fare in tutti i casi la più giusta distribuzione delle acque, che sia possibile, particolarmente quando si debbano mettere in essere nuovi canali; onde per fine voglio avvertire, che * dubitandosi, che una distribuzione fatta, sia giusta, è facile, trattandosi di piccioli canaletti, di escavare fosse eguali nel terreno, per esempio, di cinque piedi per ogni verso, ed osservare, se si riempiano in tempi eguali; e ciò sarà una prova certa, quando non si possa dubitare, che il terreno sia in un luogo più poroso, che nell'altro.

* Ann. XVII.

Servono anche i canali regolati *a fare delle bonificazioni*; ma perchè abbiamo destinato di averne particolare discorso a fine di scoprire alcuni errori, che ordinariamente si commettono, passeremo a discorrerne nel seguente capitolo.

ANNOTAZIONI
AL CAPO DUODECIMO.

ANNOTAZIONE I.

(*Al § Penno anche*)

F' *Necessario, che il medesimo assorbisca col tempo tutta l'acqua del fiume, e che l'altro ramo sia interamente abbandonato particolarmente in caso di acque torbide.*

Il caso, di cui quì si parla, accadde nel Pò grande verso il mezzo del secolo sestodecimo, intorno al qual tempo egli venne assorbendo tutta l'acqua, che prima soleva entrare col maggior corpo nel Pò di Ferrara, per modo, che cominciò questo a non riceverne più alcuna parte, fuorchè nelle somme escrescenze, e ciò dopo essersi mantenuti amendue i rami ben quattro secoli in quell' equilibrio, di cui quì si ragiona. A togliere un tale equilibrio potè per avventura concorrere l'introduzione delle acque del Reno, che poc' anzi si era fatta nel Pò di Ferrara in un punto diverso, e alquanto inferiore a quelli, per li quali prima vi soleano entrare, ora congiunte, ora disgiunte dal Panaro, mentre rivolgendosi le torbide del Reno in acqua bassa del Pò a scorrere verso il punto della diramazione di questo (come dall'Autore si è detto dover succedere, e da noi si è avvertito nell'annotazione 8 del capo 10) era forza, che si rovesciasse la pendenza del Pò di Ferrara, e quanto più in giù era il punto dello sbocco del Reno tanto più alto dovea farsi il ridosso gittato da esso per rovesciare la detta pendenza, e tanto più difficultarsi l'ingresso all'acqua del Pò. In tal senso, e non altrimente può esser vero, che il Reno arenasse il Pò di Ferrara.

ANNOTAZIONE II.

(Al § *Quando dunque*)

E Basta tagliar l' argine, perchè l' acqua ne esca, e s' introduca dove si vuole &c.

Il taglio dell'argine si dee intendere continuato anche più abbasso nella golena, quando si intenda di derivar dal fiume anco l' acqua bassa, ed anco se si vuole per fino al fondo.

ANNOTAZIONE III.

(Al § *Da' fiumi*)

A Fine di elevare il pelo dell' acqua tanto che possa entrare nel canale preparato per la di lei condotta.

L'intendimento, e il bisogno, che si ha in simili occasioni è di alzare precisamente il pelo dell' acqua, e non il fondo del fiume, ma siccome, ove questo sia torbido, è inevitabile, che di sopra alla chiusa si riempia di terra fino al livello della cresta, o ciglio della medesima (come si nota nel § seguente) così dalla chiusa nasce necessariamente oltre quella del pelo anche l'elevazione del fondo. Si può nulladimeno sfuggir questa, fabbricando delle chiuse amovibili (di struttura simile alle porte de' sostegni di navigazione, de' quali si parla più sotto) le quali tenendosi serrate solamente in tempo di acque basse, e chiare non danno luogo alle deposizioni, e per tal modo si derivano utilmente a diversi usi l' acque de' fiumi, e quando se ne voglia solamente parte, e non tutta si lascia nel sostegno una luce a cui si appongono sportelli, o tavole per renderla ora più, ora meno ampia, e con ciò regolare la quantità, che s' intende di cavar fuori. L' istesso si può ottenere attraversando il fiume con un' argine di terra, con lasciarvi solamente accanto ad una delle sponde un' apertura munita con regolatore di muro, e tenendo l' argine di tanta altezza, che possa venir sormontato, e portato via dalle fiumane per rifarlo ove queste siano cessate; nel che tuttavolta è da aver gran riguardo al gonfiamento, che necessariamente ne nasce nel tratto superiore del fiume, quando l' argine resista alle mezzane escrescenze, che può essere di ristagno agli scoli, che entrano nel detto tratto, e anco portar pericolo di trabbocchi; ed oltre ciò si ponno fare tali posature di terra di sopra all' argine, che porti qualche elevazione di fondo, la quale poi non sì facilmente si rimova, e si sgombri nelle piene maggiori, ancorchè da queste l' argine venga demolito. Vedi oltre ciò quello, che abbiamo detto di sopra nell' annotazione 14 del capo 7.

ANNOTAZIONE IV.

(Al § 3 *Se il fiume*)

O Che potesse derivare dalle falde de' monti, le quali restassero sepolte dentro gli interrimenti, come più basse della nuova cadente di fondo acquistata dal torrente dopo la costruzione della chiusa.

Parmi, che al caso qui considerato dall' Autore un' altro se ne possa aggiugnere, ed è quando col rialzamento del fondo del torrente prodotto dalla chiusa venisse a restar sepolta qualche falda di monte così dirupata, e quasi tagliata a piombo, che a cagione appunto di tal sua constituzione si andasse rilassando anco la parte superiore benchè di pendenza più dolce; e con ciò venissero sciogliendosi, e calando abbasso (specialmente a' tempi delle piogge) i sassi superiori, che per altro non scenderebbero giù per quel moderato declivo. Allora è manifesto, che l' alzamento del fondo del torrente togliendo il dirupo, e servendo di ricalzo alla parte superiore del monte non pure tratterebbe i sassi soliti a derivare dalla parte infima di esso, che rimarrebbe sepolta, ma eziandio dalla superiore, che più stabilmente poserebbe, e si appoggerebbe sopra lo stesso nuovo fondo del fiume.

ANNOTAZIONE V.

(Al § *Sono questi paraporti*)

L A velocità, che acquista l' acqua nel cadere dalla soglia del paraporto, è quel-

è quella, che in tal caso scava in poco tempo il fondo del canale.

E questa velocità nasce in qualche parte dalla cascata di essa (come fu avvertito nel capo 7 § *Le cadute*) ma per la maggior parte dipende dalla notabile inclinazione, e pendenza, che acquista l'acqua nel rivolgersi verso il paraporto, la cui soglia, come poc'anzi fu detto, dee esser più bassa del fondo del canale.

ANNOTAZIONE VI.

(Al § *Di rado s'incontra*)

IL canale derivato, come quello, che porta di gran lunga minor corpo d'acqua, che il fiume, per necessità in pari circostanza avrà bisogno di caduta maggiore di quella, che ha il fiume medesimo.

Ciò è vero ove nel canale possano entrare le materie più grevi, che porta il fiume, cioè a dire quando il canale prenda l'acqua dal fondo di questo, come per lo più si pratica, e molto più ove la soglia dell'incile sia più bassa del detto fondo, come per buona regola ha prescritto l'Autore più sopra nel § *Questa apparenza*. Ma se il fiume onde il canale si deriva fosse perenne, portando in ogni suo stato un considerabile corpo d'acqua, e la soglia dell'incile del canale si fosse fatta alquanto superiore al fondo del fiume, allora non entrando nel canale nè le ghiaje, nè le arene più grevi potrebbe per avventura, non ostante il minor corpo d'acqua, che egli porta non aver bisogno di maggior caduta di quella del fiume. Lo stesso può succedere ancorchè il fiume sia temporaneo, e in luogo di chiusa sia addattato ad esso o un sostegno, o un'argine manufatto, che ne alzi il pelo senza alzarne il fondo (come si è detto nell'annotazione 3) nel qual caso la soglia dell'incile si può parimente tener più alta del fondo superiore all'argine, o sostegno, per escludere dal canale queste materie, che non si sollevano dal fondo del fiume.

ANNOTAZIONE VII.

(Al § *Dalla predetta*)

PEr più chiara intelligenza delle regola, che dà l'Autore in questo luogo si debbono distinguere i tre casi, che egli distingue.

Il primo è, quando il canale non debba essere interrotto da alcun sostegno, ma il suo fondo debba seguitamente estendersi dal punto della sua derivazione fino allo sbocco, come quando egli dovesse servire ad uso di naviglio, nè in questo occorressero sostegni, potendosi avere bastante corpo d'acqua da un capo all'altro del canale; allora dunque o è data l'altezza della chiusa A (*Fig. 58*) sopra il fondo del fiume, da cui il canale si deriva superiormente alla detta chiusa, e si cerca il punto D, in cui si dee far ritornar l'acqua nel fiume, o è dato il punto del ritorno D, e si cerca l'altezza da darsi alla chiusa. Se l'altezza di questa è data, si calcoli la caduta totale, che ha il fondo del fiume dal di sotto della chiusa A fino a quel punto D, a cui si vuol provare se sia possibile condurre il canale senza interrimenti, la qual caduta si può sapere dalla data lunghezza ABCD, e dalla notizia di quanto penda l'alveo del fiume in un dato spazio, come d'un miglio, purchè però non si varj la pendenza del fiume nel detto tratto, altrimente si dovrebbe cercar tal caduta coll'attuale livellazione; ma tanto nell'uno, quanto nell'altro supposto si avrà con ciò quanto resti alto il fondo del fiume immediatamente inferiore alla chiusa A sopra il medesimo fondo in D. Ciò posto conviene altresì sapere quanta pendenza sia per esser necessaria al canale, cioè quanto gli convenga di caduta a miglio (di che ragiona l'Autore nel § seguente) e misurata la lunghezza del canale da A fino a D secondo quella linea, su cui si vuol condurlo, convien calcolare quanta sia la total caduta a lui necessaria nella lunghezza misurata AD. Allora all'altezza trovata del fondo del fiume inferiore alla chiusa A sopra il fondo del medesimo fiume in D si aggiunga l'altezza della chiusa, o piuttosto, come l'Autore si esprime,

me, l'altezza dell'origine del canale, che può nascere dalla chiusa (mentre se la soglia dell' incile si volesse tener più alta, o più bassa del fondo del fiume superiore alla chiusa, o se il punto della derivazione non fosse immediatamente contiguo a questa, ma distante per qualche notabil tratto, in cui la caduta del fiume fosse sensibile, a tutto ciò si dovrebbe aver riguardo) e quando la somma, che ne verrà si trovi eguale, o maggiore della total caduta necessaria al canale, poc'anzi calcolata, si potrà ottener l'intento, senza tema, che il canale si rialzi, e chiuda l'ingresso all'acqua del fiume dentro se stesso co' suoi interrimenti; e quando no, sarà d'uopo in vece del punto D cercarne un'altro, in cui ciò si ottenga. Dove è da avvertire, che siccome non tutti i punti del fiume soddisfanno a tal bisogno, così non si dee credere, che un solo ve ne abbia, che possa soddisfare, ma può avervene più d'uno, massimamente ove il fiume corra con diverse tortuosità, e però questo problema non è determinato, nè si può sciorre se non tentando se questo, o quel punto sia a proposito, e quando più d'uno se ne trovasse, si dovrebbe presceglier quello, che più fosse opportuno, avuto riguardo e alla spesa, e al bisogno.

Se poi il punto del ritorno, o sbocco del canale D è dato, e si vuol cercare quanto convenga far' alta la chiusa nel punto A, parimente dato, per ottener l'intento della derivazione del canale senza interrimenti, allora avendo calcolato come sopra quanta sia la caduta necessaria al canale nella lunghezza destinatagli secondo la linea DA, e trovato parimente col calcolo, o piuttosto con immediate livellazioni la caduta del fondo del fiume dal punto A sopra lui medesimo nel punto D, se la prima di queste cadute eccederà la seconda, l'eccesso sarà l'altezza della chiusa cercata (avuto quì ancora riguardo alla situazione, che vuol darsi alla soglia dell' incile rispetto al piano superiore della chiusa) ma quando non la eccedesse, o pure ne mancasse, allora si potrà aver l'intento di derivare il canale senza alcuna chiusa, e occorrendo si potrà sostenere il fondo di esso canale o all'imboccatura, o in altro sito inferiore con una, o più traverse, affinchè non si sconcerti l'alveo del fiume, e dello stesso canale, e non si introduca in questo troppo di acqua.

Il secondo caso è quando il fondo del canale, benchè debba portare da un capo all' altro sempre un medesimo corpo d'acqua, debba tuttavia restare interrotto con sostegni, che ne spezzino la pendenza, sia per agevolare la navigazione, o per dar caduta all'acqua ad uso di mulini, o altre macchine idrauliche, e allora basta solamente avvertire nel conto, che si fa della caduta totale, che è necessaria a tutta la lunghezza del canale per non interrire il suo fondo, di aggiugnervi quel di più, che importa la somma di tutti i sostentamenti, che occorre di fare del fondo predetto, e nel resto servirsi delle regole date nel primo caso, o sia, che si cerchi il punto dello sbocco del canale D, o l'altezza della chiusa in A.

Il terzo caso è finalmente quando dal canale si debba andar divertendo nel progresso del suo corso qualche quantità d'acqua, come ad uso di irrigazioni, di getti per fontane, di bonificazioni per alluvione, o simili, e allora dalla semplice notizia, che si suppone aversi di quanto debba essere la pendenza a miglio di un tal canale nel tratto, in cui l'acqua non è per anco diramata, non si può dedurre quella, che egli esigerà negli altri inferiori tratti di sotto alla diramazione, dovendo tal pendenza accrescersi di mano in mano a misura della minor quantità dell'acqua residua in canale; ma non essendovi alcuna regola per determinare la quantità di tali cangiamenti di pendenza, l' Autore rimette ciò all'estimazione dell'architetto, la quale non meglio si può regolare, che con ciò, che mostra l'esperienza di altri simili canali. Dando dunque alla caduta, che sarebbe necessaria al canale nella sua lunghezza se portasse sempre l'istessa mole d'acqua, quel tanto d'accrescimento, che si può giudicare convenirgli per conto della diversione da farsene, si farà il rimanente come nel primo, e nel secondo caso.

ANNOTAZIONE VIII.

(Al § *Quale sia*)

P*Er non errare notabilmente può l' architetto regolarsi coll' esempio di altri canali simili a quello, che si vuol fare, de' quali sia nota la caduta &c.*

La similitudine di que' canali, che si prendono per norma nel ricercare la pendenza necessaria a quello, che si tratta di derivare, dee consistere nell' uniformità di tutte le circostanze, ma sopratutto di quelle della quantità del corpo d' acqua, e della qualità delle materie, che debbono entrar nel canale.

ANNOTAZIONE IX.

(Al § 5 *Serva per quinta regola*)

I*O consiglierei .... a non fidarsi de' livelli materiali, i quali .... sono soggetti ad errori esorbitanti &c.*

Vedi ciò, che in questo proposito abbiamo detto nell' annotazione 4 del capo 11.

ANNOTAZIONE X.

(Al § 8 *L' ottava, ed ultima.*

N*On introdurre nel canale altre acque, se anch' esse non sono regolate, e particolarmente se portano sassi, o ghiaja &c.*

Siccome le diramazioni dell' acqua da' canali regolati ponno fare, che questi ne' tratti inferiori esigano maggior pendenza, così può darsi, che l' introdurvi acqua d' altri canali diminuisca quella, che senza ciò sarebbe necessaria, onde, quando da tal' introduzione non possa nascere altro sconcerto, stimerei, che non si dovesse abborrire tal' unione di acque, anzi metterla in capitale per poter dare al canale tanto minor pendenza. Ben' è vero, che non occorre sperar un tale avvantaggio ove le acque introdottevi portassero seco sasso, o ghiaja, ma al contrario se ne potrebbe aspettare sommo pregiudicio, e impedimento a quel fine, a cui il canale è destinato.

ANNOTAZIONE XI.

(Al § *Gli usi*)

S*Ervono a far movere diversi edificj idraulici.*

I canali regolati destinati a far muovere edificj di tal sorta sono quelli, che propriamente in Toscana chiamano *gore* nel tratto superiore all' edificio, solendosi dar nome di rifiuto al tratto inferiore dall' edificio in giù fino allo sbocco del canale nel suo recipiente. In due modi servono questi canali al loro uso. Il primo si pratica solamente in magrezza d' acqua del canale, cioè quando questa è sì scarsa, che lasciandola correre seguitamente non basterebbe a far mover le ruote; e allora si costuma di fare un' adunata di tutta quella, che porta il canale per qualche lungo tempo, col tener chiuse tanto le portine, quanto i diversivi, e gli sfogatori del canale, fino, a che nella parte superiore alle portine ella si sia innalzata a quel segno, che aprendole possa bastare a dar moto alle ruote, e questo chiamasi macinare *a colta*, ovvero *a botte*. Allora, benchè aperte le portine debba a poco a poco andar calando la forza dell' acqua sopra le ruote a misura, che la superficie di essa si abbassa, nulladimeno ove il ristagno fatto si estenda nel canale per lungo tratto all' insù, non lascia di andar servendo per qualche considerabil tempo, dopo il quale conviene poi di nuovo chiudere gli sportelli, e fare un' altra raccolta d' acqua.

Nel tempo, in cui si fa il ristagnamento predetto, se l' acqua ha punto di materia atta a deporsi, ne seguono posature per tutto il tratto ristagnato, le quali benchè al riaprir le portine si sgombrino per quella parte, che corrisponde alla luce di esse fino ad una tal distanza dalle medesime, nulladimeno ne resta ristretto il canale, e in maggior distanza anche rialzato, onde viene a farsi meno capace il vaso per un' altra colta; e quindi è, che simile artificio, o non si vuol praticare, che in acque ben chiare, o porta seco la necessità d' andare espurgando a mano gli interrimenti, al che tuttavia può supplire in parte il far correre di tempo in tempo l' acqua della

col-

colta non per le portine, ma per lo sfogatore, la cui soglia (posto, che non sia più alta del fondo del canale) è quella, che dà regola al detto fondo.

L'altro modo più ordinario in cui questi canali prestano il loro ufficio di mover ruote, è col loro corso seguito, regolato tuttavia dalle portine, e dagli sfogatori, e di questo solo parla l'Autore nel presente luogo.

ANNOTAZIONE XII.

(Al medesimo § *Gli usi*)

D*Ell'acqua del canale inferiore, che suole ostare al giro della ruota medesima.*

Una delle principali avvertenze, che si vuol'avere nel condurre i canali regolati, quando questi debbono servire a' mulini, o a simili ordigni, è che l'acqua del canal' inferiore all'edificio non osti colla sua altezza al roteggio, o sia coll'annegare i cucchiai, o ritrecini, su quali cascando l'acqua fa girare il fuso, che dà moto alla macchina, o sia nell'affogare le ale inferiori della ruota verticale, che gira per l'impulso fatto dall'acqua sopra una delle ale orizzontali, secondo, che coll'uno, o coll'altro di questi due artificj è fabbricato il mulino; il quale restando perciò o impedito, o ritardato nel suo movimento, dicesi *pescare*, o *guazzare*. Qual sia il segno, a cui alzandosi l'acqua nel canal' inferiore basta per impedir' il macinato in que' mulini, che qui chiamano *a pale* (cioè in quelli della seconda maniera delle due ora descritte) si dee dedurre dall'esperienza di altre simili macchine, avendo riguardo nel farne il confronto al più, o meno di caduta dal livello dell'acqua rialzata dalle portine fino al punto dell'ala, su cui la stessa acqua va a percuoter la ruota, alla maggiore, o minor lunghezza delle ale predette, al ricever' essi sopra di se più, o meno d'acqua, o all'incontrarne la cascata in sito più, o meno lontano dall'asse della ruota, alla struttura di questa più, o meno agevole al moto, e a diverse altre circostanze, essendo certo, che secondo la varietà di queste potranno le ale inferiori della ruota guazzare qualche poco nell'acqua senza pregiudicio della molitura. Ma negli altri mulini della prima maniera, basta, che l'acqua inferiore non affoghi il centro di percussione de' ritrecini, che disposti in giro orizzontale circondano il fuso, per assicurarsi, che il movimento non resti impedito.

ANNOTAZIONE XIII.

(Al § *Ponno essere*)

I*N luogo, che l'acqua uscita da esso non dia impedimento al moto delle ruote.*

Quando l'acqua uscita dallo sfogatore ricade nel canal' inferiore in luogo troppo vicino all'edificio del mulino, può dar' impedimento al moto delle ruote non pure co'la sua altezza, ma eziandio coll'agitazione della superficie del canale cagionata dalla caduta fatta dallo stramazzo dello sfogatore, resistendo con tal' agitazione al libero giro delle ale inferiori della ruota, e perciò conviene tener lontano al possibile dal mulino il punto del ritorno delle acque dello sfogatore entro il canale.

Ma l'impedimento più ordinario, che sogliano soffrire i mulini dall'acqua del canal' inferiore, è quando essendo essi situati non lungi dallo sbocco del detto canale nel fiume, che ne è il recipiente, sopravvengono in questo le piene, o anco le mezze piene, talmente, che regurgitando nel canale ne sostengano l'acqua a maggior' altezza di quella, con cui correrebbe quella del solo canale. Allora se l'acqua immediatamente di sotto all'edificio può alzarsi tanto da impedir' il moto alle macchine, convien cessare dalla molitura, come pur converrebbe se il rigurgito si escludesse con chiavica apposta allo sbocco del canale nel fiume recipiente, onde non vi è altro rimedio, quando anche in tale stato si voglia poter macinare, che avervi riguardo da principio nel fissare i livelli dei centri delle ruote sulle quali dee piombar l'acqua delle portine, tenendoli a tal' altezza, che per tutta quella elevazione di acque, che possa succedere im-

immediatamente di sotto al mulino vi resti assai di franco da non pregiudicare al moto; e però in tal caso si dee prender notizia del segno, a cui si ponno alzar le acque del recipiente nelle sue escrescenze al punto dello sbocco da darsi al canale, e riflettere alla quantità dell'acqua di esso canale, alla sua larghezza nella parte inferiore al mulino, e alla distanza di questo dallo sbocco, ricordandosi tuttavia, che (secondo le cose dette all'annotazione 3 del capo 10) nel tratto soggetto al rigurgito l'acqua del canale non farà inclinarne la superficie, che assai meno di quello, che penderebbe, se il canale corresse libero; onde la superficie predetta immediatamente di sotto al mulino non potrà riuscir alta di molto sopra il livello della piena del recipiente, e tanto meno quanto lo sbocco sarà più vicino. Dal livello, a cui si faranno collocate le ruote dipende quello delle soglie delle portine, e di quella dello stramazzo del regolatore, che dee serbare una ragionevol distanza dalle portine suddette, onde può darsi caso, che la caduta del canale dalla sua origine fino allo sbocco, la quale per altro a solo riguardo del fondo di esso, e dello stramazzo da farvisi, sarebbe bastevole, divenga difettosa di sopra allo stramazzo a riguardo di sfuggire l'impedimento predetto del rigurgito, quando si voglia macinare in ogni stato del recipiente; e che però convenga tenere alta di vantaggio la soglia dell'incile, e per conseguente la chiusa, da cui il canale prende origine.

ANNOTAZIONE XIV.

(Al § *Sono composti*)

C*On quella differenza fra l'altezza, e la bassezza, che porta la caduta del sostegno.*

Per caduta del sostegno s'intende quì l'altezza del pelo d'acqua del canal superiore sopra il pelo d'acqua dell'inferiore, o sia il fondo dell'uno, e dell'altro canale tutto in un piano, o in diversi piani, giacchè nell'uno, e nell'altro modo si ponno fare i sostegni, come l'Autore dichiara più sotto nel § *Deesi*.

ANNOTAZIONE XV.

(Al § *Nel vuotarsi*)

L*'altezza, la quale dà la velocità all'uscita, è eguale alla caduta del sostegno, ma quella, che rende l'acqua veloce nell'entrare è tanto minore della predetta di quanto importa l'alzamento del fondo del canal superiore sopra il pelo d'acqua dell'inferiore.*

Si suppone in questo luogo, che il fondo del canal superiore non sia in un medesimo piano colla platea di muro, che costituisce il fondo del vaso del sostegno, ed è eguale al fondo del canal'inferiore, ma più alto della detta platea, e regolato a tal'altezza mediante una soglia, sulla quale posano le porte dell'ordine superiore, siccome quelle dell'inferiore posano sulla detta platea all'uscir del vaso del sostegno; e si suppone in oltre, che la soglia predetta, o sia il fondo del canal superiore sia più alto del pelo dell'inferiore. Ciò posto ha luogo la considerazione, che egli quì porta.

ANNOTAZIONE XVI.

(Al § *Alla soverchia*)

M*A se la larghezza sia uniforme in tutti i luoghi, il difetto non procederà da essa, ma dalla scarsezza dell'acqua.*

Quì *in tutti i luoghi* si dee intendere per tutto quel tratto, per cui si mantiene la medesima qualità del fondo difficile ad abbassarsi con ulteriore escavazione, e perciò attribuisce in tal caso l'Autore la larghezza del fiume alla scarsezza dell'acqua, in quanto non avendo questa assai di forza per rodere il fondo, ma avendola per dilatarsi alle sponde, come meno resistenti, troppo più guadagni in larghezza di quel, che farebbe se portando il fiume maggior quantità d'acqua esercitasse contra il fondo maggior forza.

AN-

ANNOTAZIONE XVII.

(Al § *Per fare poi*)

Che i centri di tutte le bocche le quali cavano acqua da esso siano egualmente depressi sotto la superficie della medesima.

E' da avvertire, che le regole prescritte quì dall' Autore per la distribuzione delle acque in una ragione data, servono per ottener' un tal fine secondo il metodo già insegnato da lui medesimo nel libro 6 della misura delle acque correnti, ma non escludono, che tal distribuzione non possa anco farsi con altri metodi, che per avventura potessero essere suggeriti, per li quali sarebbe tuttavia d' uopo prescrivere altre regole.

E' anco da avvertire, che il detto metodo da lui proposto nel luogo citato, al quale sono uniformi le presenti regole, propriamente riguarda i canali orizzontali, e per conto di essi è dimostrato nelle proposizioni del detto libro 6, comecchè nello scolio 5 della proposizione 4 di quel libro conchiuda parergli verisimile, che possa applicarsi lo stesso metodo a' canali inclinati, ove con qualche artificio si possa fare, che la loro superficie (non meno, che quella degli orizzontali) in ogni altezza d' acqua si mantenga parallela al fondo, che è la seconda delle condizioni, che quì egli richiede, affinchè abbia luogo il detto metodo.

In oltre richiedendo egli in questa prima regola, che i centri delle bocche, le quali debbono cavar l' acqua dal canale, siano egualmente depressi sotto la superficie corrente dell' acqua, parmi, che da ciò si raccolga intender' egli, che le dette bocche tutte siano di figura circolare, e volendo poi inoltre nella regola 5, che tutte si facciano eguali, si toglie con ciò ogni scrupolo, che nascer potesse, o sia per la differenza, che può trovarsi tra il centro della figura, e il centro della velocità (ove il diametro della bocca sia di notabil grandezza) o sia per la diversità de' soffregamenti negli orli de' fori; venendo per tal maniera a collocarsi in tutti il centro di velocità egualmente basso sotto la superficie, e a farsi i soffregamenti in ciascun foro affatto eguali; onde a dispensar l' acqua nelle proporzioni, che si dimandano non vi resta, che assegnare a ciascuno quel numero di tali bocche, che serba le dette proporzioni. L' istessa sicurezza potrebbe tuttavia ottenersi se i fori fossero tutti di figura rettangolare, egualmente alti, ed egualmente larghi, e tutti similmente posti ad una medesima bassezza sotto il pelo dell' acqua. Con tali regole dunque meglio si provvede al bisogno di quello, che si farebbe adoperando fori rettangolari di eguale altezza, e di egual depressione sotto la superficie dell' acqua, ma di larghezze proporzionali alle acque da erogarsi, mentre il foro più capace, ne rapirebbe sempre più del dovere a cagione del soffregamento minore per rispetto alla sua capacità, che è quello, che egli nota in questo § alla detta quinta regola, e molto maggiori abbagli si prenderebbero facendo i fori d' altre figure.

Stimo contuttociò doversi alle regole, prescritte in questo luogo dall' Autore, aggiugnerne a maggior sicurezza un' altra, cioè, che i predetti fori siano talmente scavati entro la grossezza della pietra, in cui ciascuno è scolpito, che anco la figura degli orli, e delle pareti del foro per tutta la detta grossezza sia in tutti perfettamente eguale, simile, e similmente posta, dappoichè le celebri esperienze del Signor Marchese Poleni da noi accennate nell' annotazione 5 del capo primo anno fatto vedere di quanto momento sia la diversa maniera, in cui è scavato il foro, per variare la quantità dell' acqua estratta, non ostante l' uniformità di tutte le altre circostanze.

ANNOTAZIONE XVIII.

(Al § *Discorrendo*)

Dubitandosi, che una distribuzione fatta sia giusta, è facile, trattandosi di piccoli canaletti di escavare fossi eguali nel terreno &c.

L' espediente, che l' Autore quì suggerisce di assicurarsi della giustezza dell' erogazione dell' acqua per diverse bocche

coll'attual misura di quanta ne esca per l'una, e per l'altra in un medesimo tempo è quel solo, che a mio credere può togliere ogni scrupolo in una così difficil materia; ne solamente un tal metodo può servire a saper la proporzione delle acque, ma anco a rilevarne la quantità assoluta, la quale stimo difficilissimo accertare per altra strada, che per quella dell'esperienza, attesi i molti capi di oscurità, ne' quali è inviluppata una tal ricerca, come si può dedurre dalle annotazioni fatte in più luoghi di quest'opera, e singolarmente al primo, e al quarto capo. E' ben vero, che se i fori, che si paragonano non saranno egualmente sommersi sotto la superficie dell'acqua, o se essendolo in un tale stato di acqua non lo fossero poi in tutti gli altri (non portando per avventura quel canale la superficie sempre parallela a se stessa) la proporzione trovata non sarà costante, ma si varierà nelle escrescenze, e nelle decrescenze del canale. In tal caso niente saprei dir di più di quello, che l'Autore ha detto nel § *Per fare* alla seconda regola, cioè, che si proccurasse, che almeno la distribuzione fosse proporzionata, e stasse a dovere supposto il pelo del canale nella sua maggior bassezza, perchè essendo allora appunto maggiore il bisogno, che si ha d'acqua, *se alcuna lesione, o improporzione ha da succedere è meglio, che ciò sia in tempo d'acqua abbondante.*

Se fosse praticabile l'attual misura dell'acqua del canale con raccorla tutta per un tale spazio di tempo entro d'una gran vasca di nota capacità, allora si potrebbe con misurar' eziandio l'acqua estratta in egual tempo da uno, o più fori di erogazione apposti al medesimo canale, vedere la proporzione di tutta l'acqua del canale a quella, che ne divertono le bocche predette; notizia non meno importante di quella della proporzione delle acque estratte da due diverse bocche; mentre spesse volte si dà, che le acque si compartano assai ragionevolmente fra due, o più, che anno il diritto di prenderle, ma assai irragionevolmente si tratti col pubblico dandone troppo a tutti, e lasciandone in canale meno di quello, che è necessario al pubblici usi, come delle fontane comuni, delle navigazioni, de' mulini, e di altri edificj, che riguardano i comodi universali delle città.

CAPITOLO XIII.

Delle bonificazioni, e del modo, con che esse possano farsi utilmente.

HA questo nome di *bonificazione* diversi significati, ma qui si prende solamente *per l'atto di render buono il terreno*, o reso, o mantenuto infruttifero dall'acque, che stanno stagnanti sulla di lui superficie, o continuamente, o la maggior parte dell'anno. * Ciò s'ottiene in due maniere; cioè, o per l'essiccazione, o per alluvione: le *bonificazioni fatte per essiccazione sono quelle, per ottenere le quali* non alterandosi la superficie del terreno bonificabile, *si procura, che, o l'acque si divertiscano altrove*, e perciò, cessando la causa, cessi anche l'effetto dell'innondazione; *o pure, che camminino regolate al loro termine* (il

* Annot. I.

che

che si fa mediante l'escavazione di canali proporzionati) *senza occupare altro sito, che quello del loro condotto.* Le acque si divertiscono dal luogo innondato, o col trattenerle dentro l'alveo proprio, ed impedire loro l'espansione, che prima avevano, armando d'argini le sponde dell'alveo predetto; o pure, quando ciò non basti, coll'obbligarle a prendere altra strada, e dar loro nuovo sbocco; ed il mezzo di ottenere questo fine, sono le nuove inalveazioni, delle quali discorreremo nel capitolo seguente. Colla prima maniera è stata bonificata una gran parte della Lombardia, e generalmente sono stati resi fertili tutti quei siti, che sono soggetti alla manutenzione degli argini de'fiumi; in prova di che basta osservare gli effetti, che fanno i fiumi medesimi, quando, rompendo gli argini, escono dal proprio letto, e si portano ad innondare le campagne; e nella seconda maniera sono stati bonificati altri siti sul Mantovano, Ferrarese, e Romagnola, e ne sarebbero bonificabili molti altri, quando gli uomini s'applicassero a studiare i mezzi per effettuare le diversioni dell'acque, che, senza molto studio, da tutti si conoscono necessarie.

Dell'escavazioni delle fosse di scolo, che sono i mezzi più idonei per essiccare i terreni occupati dalle acque, abbiamo trattato di sopra nel cap. XI. parlando degli scoli delle campagne, ed altrove: solo in questo luogo si dee aggiugnere, che le *fosse predette rare volte possono far più, che dare lo scarico alle acque piovane, o paludose; e non mai a quelle de' fiumi*, se non con grandissima difficoltà, e lunghezza; e quello, che è più con danno degli alvei proprj, i quali essendo l'acque torbide, vengono ad interrirsi &c. Resta perciò da trattare in questo luogo delle bonificazioni per alluvione, delle quali non abbiamo fin'ora avuto sufficiente discorso.

Si pratica questo rimedio a que' siti, *i quali sono così bassi di superficie, che non ponno avere scolo da parte veruna*; e perciò conviene, che restino paludosi, anche a cagione della sola acqua delle piogge; quindi è, che *affine, che possano siti simiglianti avere lo scolo necessario, per mantenersi asciutti, è d'uopo alzarli di superficie*; il che quantunque per piccioli luoghi si possa ottenere, conducendovi la terra d'altronde; rispetto a più estesi però, è moralmente impossibile; e per lo contrario facilmente s'ottiene, col mettere in opera le forze della natura, che vale il dire, col far sì,

che

che l' acqua dei fiumi torbidi ve la porti. *In due modi*, adunque, *si possono adoperare le acque torbide dei fiumi per alzare terreni bassi*; cioè *o col mandarvi a sboccare un fiume*, torrente, o canale, *con tutto il suo corpo d' acqua*; ovvero *col prendere dal fiume vicino quella quantità d' acqua torbida, che si stima possa bastare per ottenere il fine preteso*.

Quando un fiume sbocca tutto in un sito basso, (il che non si può fare con utile, se questo sito non è una palude vastissima in proporzione del fiume, e se non si mettono anche in opera molte altre necessarie cautele) *non v' ha dubbio, che tutta, o la maggior parte della materia terrea, che l' intorbida, non sia per deporsi, e per conseguenza, che il sito basso non sia per elevarsi*, riempiendosi di terra le di lui concavità. Ma quì debbono osservarsi diversi effetti di questi sbocchi aperti; poichè (1) *L' altezza della palude si renderà maggiore di prima*; e perciò dilatandosi la di lei circonferenza, occuperà dei terreni antecedentemente buoni; e perchè ordinariamente *le paludi si trovano nelle parti più basse delle pianure*, e la superficie di queste ha una insensibile declività; quindi è, ch' elevandosi il pelo della palude, il più delle volte si estenderà ad occupare spazio considerabile dei terreni fertili, che prima la circondavano, che per questa causa diventeranno paludosi. (2) *Se nella palude entravano gli scoli dei campi superiori, l' acqua della medesima elevatasi*, e tanto più in tempo di piena del fiume, *rigurgiterà per li loro alvei*, con interrirli allo sbocco, e per qualche tratto all' insù, arrivandovi torbida; e ne seguiranno quegli effetti perniciosi, che apporta l' alzamento dell' acqua dello scolo, e quello del di lui fondo. (3) *Lasciando il corso del fiume a disposizione di natura, non è possibile di ottenere la bonificazione di tutta la palude*; perchè esso vi s' inalveerà nel mezzo, o in altri luoghi, dove più lo porterà il genio della natura, formandosi colle alluvioni, le sponde, e separerà la palude in due parti, lasciandone l' una a destra, e l' altra a sinistra. (4) *Le sponde del fiume* predetto *saranno più alte al labbro di esso, che negli altri luoghi*, e si porteranno a spalto (a modo delle spiagge, che si trovano negli alvei dei fiumi) a seppellirsi sotto il pelo d' acqua della palude. (5) *Molte volte accaderà, che* il prolungamento *del fiume chiuda l' esito*, non solo alle parti, destra, o sinistra della palude; ma ancora *agli scoli, che dentro vi sboccavano*: effetto ripieno

molte

Pagina: 383

molte volte di lagrimevoli conseguenze. (6) Perchè *il fiume nelle sue piene*, disarginato che sia, dee sormontare necessariamente le proprie ripe; quindi è, che *spingendo buona copia d' acqua in dette parti serrate della palude, le alzerà così di pelo, che saranno obbligate a spingersi colle innondazioni considerabilmente all' insù*. (7) * *I luoghi vicini agli sbocchi del fiume, si alzano colle alluvioni di pura sabbia, i più lontani col limo*; ma protraendosi il fiume sopra le deposizioni di buon terreno, se ne fanno delle altre arenose, e sopra queste nuovamente si depone il limo, quando, cioè, le alluvioni si fanno coll' espansione superficiale del fiume. (8) * *Sin che la palude conserva il suo fondo, il fiume influente non vi si prolunga dentro con gran sollecitudine*, e dà a credere, di potervi avere dentro ricetto de' secoli interi, prima di essere giunto coll' inalveazione alla parte opposta; *ma, ridotta che sia colle deposizioni a poca altezza d' acqua, allora comincia a scoprirsi terreno con gran prestezza in più luoghi*, e di gran passo s' avanza la linea del fiume. (9) *Nel protraersi l' alveo dentro la palude*, se pure non è così copioso d' acqua, che possa mantenersi il fondo orizzontale, il che rade volte succede in casi simili, *è necessario, che esso si vada alzando di fondo nelle parti superiori*; e perciò che obblighi i popoli a maggiore alzamento di argini nei luoghi, dove prima erano, ed a farne dei nuovi, dove prima non erano necessarj. (10) *L' alzamento* medesimo *di fondo impedisce l' esito agli scoli, che sboccano nel fiume*, e colle sorgive molte volte insterilisce le campagne contigue. (11) Dandosi il caso, che il fiume, il quale sbocca nella palude, ne riceva qualchedun' altro nel proprio letto, e per conseguenza, che i terreni serrati fra due fiumi influenti, non possano scolare, che, al più, nel punto della confluenza. *Se lo scolo di detti terreni, per l' alzamento del fondo del fiume sarà impedito, indispensabilmente dovranno diventare paludosi*. (12) *Lo stesso succederà, quando nella medesima palude sboccassero due, o più fiumi, i quali dalla natura fossero portati ad unirsi*, colla protrazione delle loro linee, in un' alveo solo.

* Annot. II.

* Annot. III.

Da tutti questi effetti chiaramente può comprendersi da ognuno, quali siano i danni, che procedono dal farsi le bonificazioni a fiume aperto; quanto poco utile portino queste all' universale; e con quanta ragione sveglino i riclami degl' interessati, particolarmente quando non vi sono applicati gli opportuni rimedj, che

potrebbero essere. (1) *Gli argini circondanti la palude*, quando il terreno somministri materia idonea per farli resistenti, e questi ad effetto d'impedire l'espansioni della palude medesima; ma bisogna avvertire di non prendere errore, sì nell'altezza, che nella grossezza, e buona fabbrica di essi. (2) * *Buoni, ed ampj sbocchi alla palude*, per iscarico dell'acque del fiume, e ciò serve ad impedire la soverchia elevazione del pelo della medesima. (3) *Le chiaviche agli scoli*, quando il sito, e le circostanze ne permettano l'uso; o pure la diversione degli stessi ad altra parte, quando sia possibile, e ciò provvederà anche ai rigurgiti, ed impedimenti dei condotti. Se o l'uno, o l'altro di questi provvedimenti non sia praticabile, è irrimediabile il male. (4) *La divisione del fiume in più rami*, che portino l'acqua ad interrire regolatamente, prima le parti superiori della palude, e dopo le inferiori. (5) *Gli argini laterali al fiume*, che impediscono l'espansioni sopra i fondi sufficientemente bonificati. (6) *Il mantenere il ramo principale del fiume nel mezzo della palude*, acciò la bonificazione possa farsi nell'istesso tempo egualmente da una parte, e dall'altra, e non si chiuda mai l'esito all'acque chiare della medesima. (7) *Il dar l'acqua limosa alle bonificazioni arenose*, per dare loro quella fertilità, che non è propria della sola sabbia. [8] *Il salvare qualche picciolo corpo di palude*, quando si conosce necessario, per dare ricetto agli scoli de' terreni superiori, e molte volte anche a quelli della bonificazione, compita che sia. (9) *In caso, che più fiumi sbocchino nella palude medesima, si deono, per quanto è possibile, tenere separate le alluvioni di ciaschedano*, per non impedire lo scarico agli scoli intermedj. (10) *Quando l'alzamento del fondo superiore del fiume arrivi ad impedire lo scolo de' terreni*, che non ponno averlo ad altra parte, che in esso; e non si possa impedire in modo alcuno, che continuando l'alzamento non si rendano paludosi, *bisogna divertire il fiume dalla palude, e restituirlo al suo corso primiero*, acciocchè escavandosi nuovamente il di lui fondo, si rimettano i terreni superiori in buono stato. (11) * *Quando il fiume inalveandosi per la palude, necessariamente debba così alzarsi di fondo, che non possano scolare in esso i terreni bonificati, bisogna pure divertirlo*. (12) *Alzato che sia il terreno, in maniera, che possa avere*, e mantenere *lo scolo necessario, bisogna divertire l'acqua torbida*, o arginando il fiume, quando sia capace di essere inalveato, senza danno dei terreni

*Annot. IV.

*Annot. V.

reni ſuperiori, per la palude medeſima; o pure dargli altro sbocco, ed inviarlo a termine più reale * *eſſendo affatto impoſſibile, che un fiume di tal natura poſſa da ſe medeſimo interamente inalvearſi fra le proprie alluvioni*.

*Annot. VI.

Ciò, che ſi è detto delle bonificazioni fatte a fiume aperto nelle paludi, ſi dee proporzionabilmente intendere di quelle, che alle volte ſi pretendono fare, col laſciare aperte lungo tempo le rotte dei fiumi, nelle quali in oltre è d'avvertire, che dei terreni bagnati dalle rotte, altri s'alzano molto, ma di materia cattiva; e ſono quelli, che ſoggiacciono immediatamente alle rotte medeſime, nei quali anche ſi formano gorghi, e canali, che rendono diſuguale il piano della campagna; altri s'elevano meno, ma di terra migliore, e ſono i ſituati in mediocre diſtanza dalla rotta ſteſſa, ed altri finalmente, ricevendo l'acque chiarificate, non s'alzano di alcuna maniera, ma ſolo per l'innondazione s'inſteriliſcono, e ſono i più lontani. Effetti pernicioſi di queſta ſorte di bonificazioni, ſono l'interſecazione degli ſcoli; l'interrimento dei medeſimi, e dei foſſi delle campagne; la perdita delle caſe, e degli arbori; ed il danno, che s'apporta ai terreni (e ſono la maggior parte) che ſenza ricevere alcun benefizio di alzamento, o di alluvione, reſtano privi delle raccolte per lungo tempo; e ſe l'acqua della rotta non troverà eſito proporzionato, ſi formerà una palude, la quale caderà ſotto le conſiderazioni precedenti.

Più innocenti perciò, e di *maggiore utilità ſono le bonificazioni regolate*, che ſi fanno prendendo l'acqua dai fiumi, o canali torbidi, ed introducendola in quei ſiti, che ſi vogliono bonificare; e in ciò pure ſi deono aver'alcune avvertenze. Prima: *deeſi avere una buona chiavica nella ſponda del fiume*, che poſſa ricevere l'acqua più, o meno abbondante, a miſura del biſogno, ed in ſito, che non ſia battuto dal filone, sì per la tema, che poſſa accadere una rotta in quel ſito, sì anche, acciocchè per la chiavica non entrino rami d'arbori, che, attraverſandoſi, impediſcano, o l'entrata dell'acqua, o l'abbaſſamento della porta di eſſa, occorrendo; o pure partoriſcano altri cattivi effetti. (2) *Immediatamente dopo la chiavica, ſi dee preparare un canale arginato al pari degli argini del fiume*, per lo quale ſi riceva l'acqua torbida, e s'introduca nel ſito da bonificarſi. (3) *Queſto ſito ſi dee circondare d'argini*, acciocchè dentro la circonferenza di eſſi, l'acqua poſſa renderſi ſtagnante, e deporre *la terra*

ra portata: tal circonferenza dee racchiudere il maggior sito, che sia possibile, purchè proporzionato alla quantità della torbida, che può essere somministrata dalla chiavica, e con tal mezzo si fa un gran risparmio di spesa. (4) *Si ha d' avere luogo preparato, dove scolare l' acqua, chiarificata* che sia, e non prima; siasi, o canale, palude, o scolo pubblico. (5) Per buona regola, si dee osservare *di bonificare prima i terreni immediatamente contigui all' argine del fiume*, e bonificati questi, progredire colla bonificazione ai più lontani: con ciò s' assodano gli argini del fiume, anzi si viene ad incassare il fiume fra gl' interrimenti; e conseguentemente con più sicurezza si può proseguire a valersi dell' uso della chiavica. Similmente è anche bene di *cominciare a fare le bonificazioni nei terreni più alti*, cioè più lontani dallo sbocco del fiume, e da questi *passare immediatamente ai più bassi*; perchè con ciò si ha più libero, ed aperto l' esito all' acque chiare. (6) Se il canale derivato per la chiavica predetta, porterà abbondanza di acqua, *si ponno intraprendere in un tempo medesimo bonificazioni in più luoghi*, diramando l' acqua del canale maggiore, e portandola per altri minori, dove occorre. (7) Se la bonificazione dovrà farsi in altezza considerabile, *potrà sul principio introdursi per la chiavica la torbida dal fondo del fiume*; perchè portando arena grossa, più presto si farà l' alluvione; ma quando questa sia arrivata ad un' altezza conveniente, e similmente quando il terreno da bonificarsi, ricerchi poco alzamento; allora è meglio situare la soglia della chiavica, alta sopra il fondo del fiume a proporzione. [8] Perchè i terreni bonificati, abbenchè asciugati dal Sole, restano nondimeno molto porosi, e perciò, ridotti la prima volta a coltura, s' abbassano considerabilmente; quindi è, che per condurli ad un perfetto stato di bonificazione, fa di mestieri *alzarli con nuove torbide fino a quel segno, che probabilmente si crede dovere bastar loro, perchè siano capaci di buono scolo*; anzi se il fiume, che somministra la torbida, andasse alzandosi di fondo per lo prolungamento della linea, e che il sito, nel quale deono avere lo scolo, s' andasse altresì elevando, converrebbe, di tempo in tempo, far correre le chiaviche della bonificazione, ed andare rialzando i terreni di già bonificati. [9] *Interrendosi i canali della bonificazione*, come ben spesso succede per la poca caduta, che hanno, *deono di nuovo scavarsi*, perchè ricevano acqua abbondante dal fiume; se pure

non

non si dasse il caso, che in quel tempo si avesse bisogno d'acqua torbida senz'arena; posciachè allora l'interrimento del canale serve ad escludere *l'acqua del fiume* vicino al fondo, ed a ricevere solamente *la più superficiale, che suol'essere gravida di solo limo*. [10] *Se gli argini* delle bonificazioni *saranno a livello con quelli del fiume*, allora *torna l'istesso, o si chiuda, o si tenga aperta la chiavica, dopo riempiuto di acqua tutto il sito circondato dagli argini*, purchè i medesimi non minaccino qualche rottura; ma *quando fossero più bassi*, assolutamente, *ripieni che siano di torbida i siti da bonificarsi, dee serrarsi la chiavica*, acciocchè sopravvenendo maggior copia d'acqua, non trabocchi sopra gli argini delle bonificazioni; è però bene sempre serrarla, e in un caso, e nell'altro. [11] *Quando si tratta*, non tanto di alzare, quanto *di migliorare terreni, si dee osservare la qualità della torbida portata dal fiume*, trovandosene di quella, che in cambio di rendere fertili, insterilisce i fondi, sopra dei quali si depone. [12] *Quando non si abbia altro comodo di scolare l'acqua chiarificata, ciò può ottenersi*, il più delle volte, *nel sito inferiore del fiume medesimo*,* per un'altra chiavica destinata, non a ricevere le torbide, ma a trasmettere le chiare nel di lui alveo, la quale, fatta che sia la bonificazione superiore, potrà servire a bonificare i terreni inferiori. (13) *Se si fosse affatto senza luogo, dove scolare dett'acque chiare, non per questo si dee tralasciare di fare la bonificazione*; poichè tra l'imbeversi, che fa d'acqua il terreno, e tra l'evaporazione, la quale continuamente succede, anderà abbassandosi il livello dell'acqua, e potrà dar luogo a nuova torbida, finchè, fattosi tanto alzamento, che basti, si possa rimettere, cessata la piena, nel fiume medesimo, per lo stesso canale, e per la medesima chiavica, l'acqua chiara della bonificazione. [14] *Lo scolo di quest'acque chiare*, quando si possa avere in qualch'altro luogo, che nel fiume, dal quale prima partirono, *si promuove con un taglio fatto nell'argine della bonificazione*, che, terminata l'escolazione, si dee subito tornare nello stato di prima; o pure è meglio, valersi *d'una chiavichetta fatta in sito proporzionato*, da aprirsi, e serrarsi conforme il bisogno. (15) *Non avendosi terra sul principio, per fare gli argini accennati al* num. 3 *si può lasciare correre la chiavica senza di essi per qualche tempo*, fintantochè gl'interrimenti, i quali succederanno, ne somministrino il comodo, e la materia; ed allora poi bisogna constituirli, secondo le regole già dette.

*Ann. V

Coll' osservanza di queste regole si faranno le bonificazioni, con maggior spesa sì, ma con effetto anche più sollecito, rispetto a una parte di terreno circondata dai suoi argini, la quale ridotta a perfetta bonificazione, e coltura, restituisce in poco tempo, col frutto, le spese fatte. Vero è, che tutto il corpo del terreno da bonificarsi, richiede lungo tempo a perfezionarsi, quando abbia della vastità considerabile; ma *deesi* ben *preferire la sicurezza, e l' indennità dei vicini*, accompagnata dal vantaggio di dare buon fondo alle bonificazioni fatte in questa maniera, *alla brevità del tempo, con che si bonificano i siti, a fiume aperto*; i quali poi anche non ponno chiamarsi interamente bonificati, prima, che il fiume non sia stato rimesso nel suo antico alveo, o non si sia stabilito, e regolato il di lui corso fra le bonificazioni, alle quali riesce sempre di danno; oltrechè, *se si vuole abbreviare il tempo alle bonificazioni regolate, ponno mettersi in pratica più chiaviche*, l' una dopo l' altra, e tante, che assorbiscono tutta l' acqua del fiume. Ma il fine più desiderabile si è, che *a questa maniera s' alzano i terreni superiori, e laterali al fiume, prima, o nell' istesso tempo, che gl' inferiori, e più lontani*, e la campagna tutta, bonificata che sia, viene ad acquistare un pendio eguale a quello, che ha la cadente del pelo del fiume, levando in gran parte la necessità degli argini coll' incassazione, che succede al fiume medesimo, che è uno dei più potenti rimedj, che si possano avere, per impedire le innondazioni, e per dare buono scolo alle campagne; là dove *le bonificazioni a fiume aperto ponno bene elevare i siti più bassi; ma nell' istesso tempo tolgono lo scolo alle campagne più alte*, e rendono paludosi molti siti, che prima erano fruttiferi. La facilità ancora, che s' ha di maneggiare i canali delle bonificazioni regolate, fa, che si riempiano tutti i siti bassi, e che si possa scavare, o lasciare un buono, e facile scolo per li terreni più alti, il quale è altrettanto necessario a questi, quanto alle bonificazioni medesime, per iscarico delle loro acque, tanto nel tempo, che si fanno, quanto dopo, che siano perfezionate.

Ridotta, che sia, una bonificazione al suo ultimo stato, si dee provvedere di scolo per l' acque delle piogge: ma circa questo particolare non credo doversi quì aggiugnere cosa alcuna, oltre ciò, che è stato detto, trattando degli scoli nel *Cap. XI*. Solo voglio avvertire, ch' è necessario di pensarvi, prima d' intrapren-
de-

dere la bonificazione; posciachè le fosse pubbliche di scolo, in questi casi, sogliono essere quelle, per le quali prima si scolavano le bonificazioni; e perciò il pensiere, che l'architetto si prende per ben situare, e regolare queste, serve ancora per quelle.

ANNOTAZIONI
AL CAPO DECIMOTERZO.

ANNOTAZIONE I.
(Al § Primo)

C*Iò s' ottiene in due maniere, cioè o per essicazione, o per alluvione.*

I terreni renduti fruttiferi sia nell'una, o nell'altra di queste due maniere si comprendono sotto il general nome di *novali* di *acquisti*, o di *ritratti*; ma quelli, che sono buonificati per alluvione con nome speciale chiamansi eziandio *colmate*, come quelli, che essendo stati per l'addietro seni, e ricettacoli infruttiferi d'acque stagnanti, col mezzo delle torbide vengono ad esser pieni, e ricolmi di fertil terra.

ANNOTAZIONE II.
(Al § *Quando un fiume*)

I *Luoghi vicini agli sbocchi del fiume si alzano colle alluvioni di pura sabbia, i più lontani col limo &c.*

Per luoghi vicini agli sbocchi intende l'Autore i vicini all'ingresso del fiume nella palude, e non i vicini all'esito, che egli abbia dalla palude in qualche recipiente.

ANNOTAZIONE III.
(Al medesimo § *Quando un fiume*)

S*Inchè la palude conserva il suo fondo, il fiume influente non vi si prolunga dentro con gran sollecitudine .... ma ridotta che sia colle deposizioni a poca altezza d'acqua allora comincia a scoprirsi terreno con gran prestezza in più luoghi, e di gran passo s'avanza la linea del fiume.*

Non è difficile a intendersi la cagione di un tal'effetto; imperocchè finoattantochè il letto, che il fiume si è andato formando per mezzo la palude colle sue posature resta notabilmente sepolto sotto l'acqua di questa, il fiume da quel punto in giù, in cui sbocca nella medesima, perde la natura di fiume, e dilatando per essa le sue acque non esige più una, che un'altra pendenza, ma si accomoda a quella del suo ricettacolo; ma sì tosto, che la libertà del dilatarsi gli vien tolta, o notabilmente diminuita dal fondo, che lo forregge, e in un certo modo lo guida per quella determinata linea, su cui si sono sott'acqua formate le sponde, riacquista natura di fiume, e però trovando quel letto in positura orizzontale, o almeno non così inclinata, come ricerca la qualità delle materie, che egli porta, subito comincia a rassettarselo con nuove deposizioni, le quali tanto più sono sollecite, quanto meno ponno le sue torbide lateralmente divagarsi, e però presto sorgono dalla superficie della palude, e gli formano spalla.

ANNOTAZIONE IV.

(Al § *Da tutti questi effetti*)

B*Uoni, ed ampj sbocchi alla palude per iscarico delle acque del fiume.*

Gli sbocchi alla palude sono necessarj, ed utili, perchè la superficie di essa esorbitantemente non si alzi dalle piene del fiume, e non producano per conto di tale alzamento tutti que' mali effetti, che l'Autore ha considerati nel § precedente, e però soggiugne, *e ciò serve ad impedire la soverchia elevazione di pelo della medesima*; ma non ponno già impedire, che il fiume inalveandosi per la palude fino agli sbocchi predetti (o fino a quelli tra essi, a' quali lo indirizzeranno le circostanze del suo corso) non si alzi col suo fondo, tanto per entro lo spazio della palude, quanto nelle parti superiori, come in quel luogo si è detto dover seguire.

ANNOTAZIONE V.

(Al medesimo § *Da tutti questi effetti*)

Q*Uando il fiume inalveandosi per la palude debba necessariamente così alzarsi di fondo, che non possano scolare in esso i terreni buonificati, bisogna pure divertirlo.*

Si può facilmente prevedere se il fiume nel prolungarsi la linea attraverso la palude debba talmente alzarsi col fondo da chiuder l'esito allo scolo de' terreni buonificati; mentre le livellazioni del medesimo fatte nel tratto, ove egli corre inalveato, e nelle vicinanze del suo ingresso nella palude, ponno mostrare qual sia la sua naturale pendenza, conosciuta la quale potendosi altresì sapere la lunghezza del viaggio, che egli è per fare attraverso la palude fino all'uscire della medesima, si potrà dedurre quanto egli debba pendere dal punto dell'ingresso fino a quello dell'esito, dopo che egli fin colà avrà prolungato, e stabilito il suo alveo. Prendendo dunque per punto fisso il fondo dell'emissario per cui l'acqua del fiume uscirà dalla palude, caso che questa abbia naturalmente, o artificialmente uno sbocco, o pure quel piano di terra, su cui dovrà andarsi a spianare il fondo del fiume dopo averla riempita, caso che non l'abbia, e da quel punto in su tirando una linea della lunghezza, e della pendenza trovata, si vedrà a luogo a luogo se questa riesca superiore, o inferiore, e di quanto, alla superficie delle alluvioni da lui prodotte, e che sarebbero in istato di render frutto ove si provvedessero di scolo, e si difendessero dalle espansioni del medesimo fiume. Trovandosi dunque la linea predetta più alta de' nuovi terreni, non potranno le acque di questi aver recapito entro il fiume, e converrà rimoverlo se si vogliono mettere a frutto le nuove alluvioni; se pure non vi fosse modo o di condurre gli scoli di esse in altre parti inferiori del medesimo fiume passato il tratto della palude, o pure d'inviarle a qualche altro congruo recipiente.

ANNOTAZIONE VI.

(Al medesimo § *Da tutti*)

E*Ssendo affatto impossibile, che un fiume di tal natura possa da se medesimo interramente inalvearsi fra le proprie alluvioni.*

Per fino a tanto che il fiume si va alzando di fondo nel prolungar che fa il proprio alveo, o attraverso la palude, o anco oltre di essa, fino ad un recipiente, a cui tributi le sue acque, ed ivi stabilisca il suo sbocco, certo è, che egli si andrà eziandio alzando di superficie, e perciò non sarà ancora interamente inalveato. Ove poi egli cessi di rialzarsi, rimarrà nulladimeno la superficie di esso (posto un medesimo stato di acqua nel fiume) a quella medesima altezza, a cui si trovava quando cessò l'alzamento; nel quale stato essendosi veduto, che la sua superficie non era per anco incassata, e sepolta fra le alluvioni, niente più potrà esserlo dopo cessato l'alzamento, e però il fiume almeno nelle massime sue piene traboccherà sempre dalle sponde sopra le alluvioni da lui

pro-

prodotte. Egli è ben vero, che ſtabilito una volta il fondo le piene ſopravvegnenti alzando ſempre alcun poco le ripe con altre poſature di limo renderebbero a poco a poco la caſſa del fiume più alta, e capace di maggior corpo d'acqua, e però la maggior forza di queſta potrebbe di nuovo abbaſſare qualche poco il fondo, onde non avrei difficoltà a credere, che dopo lunghiſſimo tratto di tempo la ſuperficie delle piene poteſſe anco rimanere del tutto incaſſata, ed eguale alle ripe.

ANNOTAZIONE VII.

(Al § *Più innocenti*)

UN'*altra chiavica deſtinata non a ricever le torbide, ma a traſmetter le chiare nel di lui alveo, la quale, fatta che ſia la buonificazione ſuperiore, potrà ſervire a buonificare i terreni inferiori.*

Cioè potrà ſervire allora a prender le torbide del fiume, e a condurle per colmare altri terreni non compreſi nella prima colmata.

CAPITOLO XIV.

Delle conſiderazioni da averſi, quando ſi vogliono fare nuove inalveazioni de' fiumi.

È L'inalveazione de' fiumi qual'ora ſi debba fare colle regole dell'arte, non colle forze della natura, una delle più difficili operazioni, che accadano ad un'architetto d'acque; ſiaſi, o perchè, ad effetto d'intraprenderla con metodo, ſi richieda una perfetta cognizione teorica; o pure perchè pochi ſiano nel mondo gli eſempj di tali intrapreſe, da'quali poſſa dedurſene quel lume, che baſta, per non inciampare, come talvolta è ſucceduto, in errori graviſſimi, che hanno reſa inutile la ſpeſa di ſomme immenſe di denaro, ed obbligati i popoli a deſiſtere dall' impreſa, perchè l' eſperienza ne ha moſtrata l'inſuſiſtenza, ed il danno: ed in fatti ſi vedono, anche a' noſtri giorni, come diſſe Tacito della foſſa propoſta da Severo, e Celeno, cominciata a fare ſcavare da Nerone dal monte Averno ad Oſtia, ſi vedono dico, ſparſe in diverſe parti della terra, *veſtigia irrita ſpei*. Quindi è, che noi avremo creduto di mancare gravemente al debito, che hanno tutti gli uomini di comunicare, e contribuire alla pubblica felicità i proprj trovati, ſe in queſto trattato ci fuſſimo aſtenuti, dal diſcorrere di una materia così importante: e dal donare al mondo la notizia di quegli avvertimenti, che le occaſioni, l'eſperien-

za,

za, e le dimostrazioni proposte nei precedenti capitoli, ci hanno fatto credere, doversi avere, quando si hanno simili proposizioni da esaminare, prima di risolverle sì per non impegnare i popoli a spese inutili; sì per non renderli soggetti con nuove operazioni mal pensate, a' gravissimi danni, che molte volte tirano seco l'esterminio d'intere provincie. Io entrerò dunque a darne in succinto gli avvertimenti, che crederò necessarj da aversi nei casi accennati, ma non mi estenderò già a provare ad uno ad uno, la verità de' medesimi, dipendendo questa immediatamente da ciò, che sin' ora è stato detto negli antecedenti capitoli, e particolarmente nel quinto, in proposito delle cadute &c., che è il punto più essenziale da considerarsi.

Le mutazioni, adunque *di alveo*, che si fanno ai fiumi; sono di più sorti; ma tutte *si ponno ridurre a due capi*; poichè, o si tratta *di mutar l'alveo senza mutare lo sbocco*; o pure *di portare il fiume a sboccare in un luogo diverso da quello, dove prima avea la foce*. Quelle, che si fanno senza mutazione di sbocco, per lo più s'intraprendono a fine di allontanare il fiume da qualche sito, al quale colle corrosioni, o in altra maniera, pregiudica, ed alcune volte per avvicinarlo ad altri, a' quali dee servire per difesa, o apportare qualche altro vantaggio. * Quest' ultime mutazioni si chiamano *tagli*, e si fanno con sicurezza di esito, quando vi concorrano le necessarie circostanze. (1) La prima è, che *la via*, o linea *del taglio sia più breve di quella, che dal punto dove comincia, a quello dove termina, è fatta dal corso del fiume*; quindi è, che i tagli distesi in una linea sola, godono d'una prerogativa essenziale per riuscire giovevoli, e sicuri. [2] Che *il filone superiore del fiume sia ricevuto a dirittura dalla bocca del taglio*; altrimenti, non ostante la brevità minore della linea, il fiume da se non v'entrerà con quell' impeto, ch' è necessario per mantenervi il corso, allargarlo, ed escavarlo; ma piuttosto di nuovo l'interrirà, e sarà gittata la spesa. [3] Che *il terreno, per lo quale si dee fare il taglio, sia facile ad essere corroso*; perchè in altra maniera, incontrandosi tali, e fondo, e sponde, che dalla violenza dell' acqua introdotta non possano essere corrose; può ben darsi il caso, che si derivi un canale d'acqua della grandezza, che si vorrà; ma non per questo si muti l'alveo antecedente del fiume; se pure la larghezza, e profondità del canale, non si faccia uguale a quella del fiume.

* Annot. 1.

In

In queste condizioni, * basta scavare un canale per la linea disegnata, largo venticinque, o trenta piedi [ed in alcuni casi anche meno, bastando, che l'acqua possa cominciare ad avervi corso] e di profondità conveniente, comunicante dall'una parte, e dall'altra, col fiume, al quale si vuole mutare l'alveo; poichè nelle prime piene comincierà ad allargarsi, e profondarsi, e col tempo renderassi alveo di tutto il fiume; ed a misura del di lui allargamento, e profondamento, anderassi perdendo, cioè ristringendo, ed elevando di fondo col beneficio delle alluvioni, l'alveo vecchio del fiume, fino ad essere abbandonato, quasi affatto, dall'acqua, che con un picciolo arginello di terra, fatto in luogo conveniente, affatto si divertirà dal sito antico.

*ANNOT. I

Ne' fiumi, che corrono in ghiara, non sono di esito sicuro i tagli; perchè essendo di loro genio particolare, il mutar corso, di quando in quando, cambiandolo da una parte all'altra, per le cagioni addotte a suo luogo; rade volte s'incontra, di goderne lungo tempo il benefizio, il quale può essere così grande, che si abbia a desiderare diottenerlo, anche temporaneo, e con azzardo: ma *ne' fiumi, che hanno il fondo arenoso, sono di più lunga durata*; ed anco si conservano perpetuamente, quando s'abbia la dovuta attenzione a mantenerli in dovere.

Incontrandosi, che il filone del fiume non entri tanto bene, quanto basta, nella bocca del taglio, riesce *utile la multiplicazione delle bocche, e de' canali sul principio*, facendoli tutti in sito, il più, che sia possibile, esposto alla corrente; e ciò, non solo per facilitare maggiormente l'ingresso all'acqua; ma ancora, perchè può darsi il caso, che il filone dell'acqua bassa, ne imbocchi uno; quello della mezzana, un'altro; e quello della piena, un'altro; dimodochè in tutti gli stati del fiume diasi luogo facile all'ingresso dell'acqua, e conseguentemente si faccia tale allargamento, che poscia renda il taglio idoneo, a ricevere a dirittura tutta la corrente; al qual fine concorrono ancora le intestature, o palificate basse, piantate poco di sotto alle bocche del taglio; perchè l'impedimento, ch'esse fanno, serve molto a far voltare l'acqua per le bocche medesime.

Se la strada, che si vuole far prendere al fiume, sia più lunga dell'antica, e per conseguenza di minore caduta, non si potrà ottenere l'intento, che a forzà d'una buona imboccatura del filo-

ne, che molte volte anche riesce inutile, senza l'ajuto di qualche ostacolo inferiore, il quale obblighi l'acqua a prendere la strada, che si desidera, e non mai forse arriverassi all'intento di divertire il fiume totalmente, senza intestare l'alveo vecchio di tal maniera, che l'altezza maggiore delle piene, non possa superare l'intestatura.

Quando l'acqua del fiume sia sempre chiara, comechè questa non porta materia, colla quale possa interrire l'alveo antico, può ben darsi il caso, che il corso dell'acqua s'introduca nell'alveo nuovo, anche per la maggior parte; ma non già, ch'abbandoni del tutto la strada antica, se non si fabbrica l'intestatura sopradetta: è ben vero, che lo smagrimento dell'acqua, la velocità sminuita, e la diversione, ch'ella ha per l'alveo nuovo, può renderne più facile la construzione.

Incontrandosi nell'escavazione del canale, terra resistente, e tale da non cedere alla forza del fiume (accidente, che rade volte accaderà) fa di mestieri preparare l'alveo in quel sito di tutta larghezza, e profondità, senza sperare alcun beneficio dall'introdurvisi il fiume; ma succedendo questo caso, forse porterebbe tanto dispendio da non intraprendere l'escavazione.

Quanto poi alla diversione de' fiumi, accompagnata dalla mutazione degli sbocchi, che si chiama *nuova inalveazione*, si debbono *distinguere due casi*; il primo si è, quando l'acqua, che dee introdursi nell'alveo nuovo, ha da condursi al suo termine, senza mescolanza di nuove acque; ed il secondo, quando dee ricevere, per istrada, l'influsso di altri fiumi.

Nel primo caso l'impresa è assai facile; perchè il fiume medesimo insegna le qualità, che ha d'avere il nuovo alveo, spettanti alla larghezza, altezza di ripe, ed escavazione; ma però dee considerarsi il termine, al quale si vuole portare il di lui sbocco, e la lunghezza della strada, che se gli assegna. Perciò avanti di risolvere circa la possibilità dell'opera, e circa la sussistenza de' vantaggi, che se ne vogliono ricavare, *deono* [1] *ponderarsi le condizioni tutte dell' alveo vecchio*, e considerare, quali siano quelle, che consigliano la mutazione del letto; perchè non essendo esse per migliorarsi, sarebbe inutile l'intraprenderla. [2] * Se il fiume ha l'alveo stabilito, bisogna *fare un' esatta livellazione della di lui declività*, * con avvertire alle mutazioni, che alla medesima ponno ac-

*Annot. III.

*Annot. IV.

accadere, a causa, o della materia, che porta in siti diversi, o dell' influsso di altri fiumi, che a lui s' uniscano nelle parti inferiori. [3] Si deono *misurare le sezioni del fiume* stesso, prima, che patisca alcuna alterazione da altri fiumi influenti, ad effetto di accertarsi della larghezza dell'alveo, e dell'altezza delle ripe, che addimanda, avvertendo di non prenderle in sito di rigurgito, qual volta egli vi sia soggetto. [4] Si dee *livellare la campagna per quella linea, per la quale si pretende formare il nuovo alveo*, sino al termine, al quale si vuole sboccarlo; e quivi *accertarsi della massima bassezza di questo;* come per esempio, se è il mare, del sito, al quale il medesimo s' abbassa nel riflusso; e se è un' altro fiume, del termine dell' acqua bassa, essendo perenne, o pure del di lui fondo, qual' ora sia temporaneo. [5] Quando il nuovo alveo abbia da sboccare in acqua perenne, si dee *cercare, se nel contorno v' è altro fiume, il quale presso a poco, sia della stessa grandezza*, e qualità di quello, che si vuole inalveare, e scandagliare in esso, quale altezza d' acqua, il medesimo abbia al suo sbocco, in tempo d' acqua bassa del recipiente, coll' avvertenza di sfuggire i gorghi, che accidentalmente vi si fanno. [6] E' necessario di *ponderare la caduta, che ha il fondo del fiume nel principio della nuova inalveazione sopra* * *il fondo, che dee avere lo sbocco*, il quale sarà tanto più basso della superficie dell' influente, quanto si sarà trovato essere quello dell' altro fiume sopraddetto; e trovando caduta minore di quella dell' alveo vecchio, sarà difficile, che, in vece di ricavare vantaggio dalla nuova inalveazione, non se ne riportino danni maggiori de' primi; ma, trovandola uguale, o maggiore, si dee osservare, come la medesima s' accomodi alla superficie della campagna. (7) E perciò, si dee *delineare il profilo della campagna livellata*, colle sue misure di altezza, e lunghezza, * e sopra di esso descrivere la linea cadente del fondo della nuova inalveazione, cominciando dalla parte inferiore, cioè, dal fondo, che si pretende dover' essere quello della foce, e continuandola all' insù colla stessa inclinazione, che ha quello del fiume vecchio. In questa operazione si troverà, quale, e quanta debba essere l' escavazione sotto il piano di campagna; se il fondo del fiume cammini in alcun luogo sopra di esso; se abbia bisogno d' argini, o se sia per correre incassato; e perciò se sia per portare nocumento agli scoli delle campagne, in caso, che ne venisse intersecato qualcuno;

*Annot. V

*Annot. VI

no; se i medesimi debbano essere obbligati alla soggezione delle chiaviche, o pure aver' esito nell'alveo nuovo con foce aperta; ed in sostanza *paragonando le condizioni dell' alveo nuovo con quelle del vecchio, facilmente si conoscerà l' utile, che se n' è per ricavare*, e se questo meriti la spesa dell'operazione. (8) Se il termine della nuova inalveazione è un'altro fiume, bisogna *mettere a conto l' escavazione del fondo, che dee succedere al fiume recipiente, e quella, che dovrà succedere nell' alveo del nuovo fiume, a causa de' rigurgiti*, le quantità delle quali due escavazioni non si ponno esattamente determinare; ma è certo, che influiscono nell'abbassamento dello sbocco; e conseguentemente di tutta la linea cadente del fiume nuovo; e facendosi lo sbocco al mare, si dee pure *far capitale degli effetti del flusso, e riflusso*, che sono già stati annoverati a suo luogo, particolarmente quando la foce sia ben disposta, e non impedita da' venti. (9) * Occorrendo diminuire con argini la nuova inalveazione, *si determini l' altezza di essi da una linea tirata dalla parte inferiore all' insù*, che dee cominciarsi poco sopra il pelo più alto del recipiente, e mantenersi sempre superiore all'altezza, che può avere il fiume nelle sue piene; e perchè queste riescono meno declivi di superficie per tutto il sito, che risente il rigurgito del recipiente; perciò vicino allo sbocco ponno essere gli argini, anch' essi, meno inclinati; ma più lontano deono, presso a poco, secondare col loro piano superiore, la cadente del fondo dell'alveo. (10) *La distanza degli argini si desume dal fiume vecchio*, se pure l' esperienza non avesse mostrato, ch'essa fosse, o maggiore, o minore del bisogno; ma *vicino allo sbocco, deesi ben' avvertire di tenerli abbondantemente distanti l' uno dall' altro*, a riguardo delle mutazioni di sito, che per cause accidentali ponno avvenire allo sbocco medesimo; particolarmente, quando non s'incontra di eleggerlo buono sul principio. [11] *La larghezza dell' escavazione può determinarsi in due maniere*; perchè, se si pretende di voltar' il fiume tutto in una volta per l'alveo nuovo; allora bisogna darli la larghezza, ch' è propria del fiume vecchio; e ciò è necessario, quando, o la lunghezza dell'alveo nuovo sia maggiore di quella del vecchio, ed eguale la caduta dell' uno, e dell' altro; o il filone del fiume non imbocchi bene la nuova escavazione; ed in tal caso bisognerà intestare il fiume vecchio poco sotto l'imboccatura del nuovo, per obbligare l'acqua a corrervi dentro; ma

*Ann. VII.

ma quando il guadagno della caduta fosse considerabile, ed uguale, o minore la lunghezza della strada; ed in oltre, quando il filone entrasse a dirittura nell'alveo nuovo, basterebbe escavare l'alveo per la quinta, o sesta parte (più, o meno secondo le diverse condizioni &c.) della larghezza naturale del fiume; perchè cominciando a correre l'acqua dentro l'alveo nuovo, e trovandovi facilità di corso, col tempo se lo proporzionerà al bisogno, ed interrirà l'alveo vecchio.

Tutto ciò si dee intendere, rispetto ai fiumi torbidi, poichè *quelli, che portano acque chiare, basta, che abbiano apertura al termine inferiore, e non siano più bassi di superficie del medesimo* per potervisi portare: quanto però alla larghezza degli alvei, all'altezza, e distanza degli argini, ed alla facilità del corso, non sono diversi gli uni dagli altri: si dee però considerare la possibilità degl'interrimenti, anche ne' fiumi d'acque chiare, per la corrosione, e dirupamento delle ripe, escavazioni di gorghi &c.; e la morale impossibilità di escavarli, interriti che siano; e perciò non torna il conto d'azzardarsi con difetto di caduta, a fare nuove inalveazioni di gran lunghezza, e larghezza; particolarmente quando l'acqua è perenne, e non si ha dove divertirla, in occasione di voler' espurgare i fondi interriti.

Quando *l'inalveazione nuova* ha da essere *destinata a ricevere più fiumi*, che dentro vi scorrano, ed abbiano foci diverse, deono distinguersi due casi. Perchè, o i fiumi sono di simile, o di differente natura: sono di simile natura quelli, che nelle confluenze portano materie omogenee; e di differente natura sono quelli, de' quali la materia portata fino alle foci è di sostanza diversa.

Se si darà il caso, che *i fiumi da unirsi in un solo letto, portino tutti materia omogenea* (per esempio, arena &c.) nel sito dell'unione; e che quello, che ha da ricevere gli altri, abbia caduta, e forza sufficiente, a spingerla fino al suo termine, e che la situazione della campagna concorra a mantenerlo incassato, sarà di esito sicuro la nuova inalveazione; perchè * essendo l'unione di più acque correnti, cagione di maggiore profondità negli alvei, e di maggiore bassezza nelle massime piene; ed in oltre rendendosi con ciò minore la necessità della caduta dell'alveo; manifestamente ne segue, che *quel pendio, che basta ad un solo fiume sarà tanto più bastevole a molti uniti insieme*; e se il piano di campagna può tene-

*Ann. VII

ne-

nere incassato il primo, potrà essere molto più capace di tenerne incassati molti: anzi, quando nell'inalveazione di un solo fiume, si potesse dubitare di qualche picciolo danno, dipendente dalla soverchia altezza del fondo; l'accoppiamento di altri, potrebbe esserne il rimedio. * Solo resta in questo caso incerta la larghezza dell'alveo, la quale dipendendo dalla natura del terreno, più, o meno facile da cedere al corso del fiume; e dall'abbondanza dell' acqua del medesimo, non si può esattamente determinare; nulladimeno non vi potrà correre grande sbaglio, se si avvertirà a ciò, che succede in casi simili a quello, che si ha tra le mani oltre che, se si ha bisogno d'argini, basta abbondare nella loro distanza piuttosto, che mancare; e se queste non saranno necessarj, l'elevazione, che farà la terra scavata dall' alveo nuovo, e gettata sulle sponde di esso potrà servire di riparo, occorrendo, alle espansioni del fiume, sin tanto che acquistando il fiume da se la larghezza dovuta alle sue circostanze, si avrà proporzionato l'alveo.

*Annot. IX.

Si dee in oltre riflettere, che *la nuova inalveazione può esser cagione, che i fiumi influenti in essa, abbenchè prima portassero materia omogenea, comincino poscia a portarla eterogenea*: ciò potrà succedere, quando il fondo dell'influente, nel sito, dove fosse intersecato dal nuovo alveo, restasse molto superiore alla linea cadente del fondo dell' inalveazione, e che dovendo abbassarsi, aggiugnesse caduta considerabile al suo letto superiore, il quale perciò si rendesse idoneo a spingere la ghiara nell'alveo nuovo, sebbene prima non ne portava; il che accadendo, potrebbe esservi qualche dubbio di buon' esito, ed avrebbero luogo delle considerazioni ulteriori. Quindi è, che per accertarsi, che i fiumi uniti si conservino sempre della stessa natura, è necessario tal sito per l'inalveazione, che, quando anche s' accrescesse la caduta ad alcun fiume influente, non possa sensibilmente mutarsi la di lui natura nella confluenza; o pure quando la necessità ricercasse l'elezione di sito diverso, bisognerebbe provvedervi con fabbriche di muro, a modo di chiuse, o cateratte, atte a sostentare il fondo del fiume allo sbocco, e ad elevarlo anche qualche poco di più, se si ha dubbio, che la velocità dell'acqua cadente dalla chiusa possa rapire dalle parti superiori materia pesante, e portarla nel nuovo alveo.

Al contrario, se il fiume influente avrà, nel sito dell' introdu-

zio-

zione, il fondo considerabilmente più basso della cadente della nuova inalveazione: egli è evidente, che dovrà alzarsi allo sbocco, sino al sito, ch' è dovuto alla natura delle foci, e che in conseguenza interrirà il proprio alveo sino a quel segno; quindi è, che prima di fare simili operazioni, non solo è necessario di considerare il sito dell'alveo nuovo; ma in oltre quello di tutti i fiumi influenti, per assicurarsi, se, fatta che sia l'inalveazione, siano i loro letti per elevarsi, ed interrirsi, o per abbassarsi, ed escavarsi: e ciò affine di trovare i rimedj opportuni alla qualità degli sconcerti, che nell'uno, e nell'altro caso fossero per succedere. Per altro, anche *in questa sorte d'inalveazione sono necessarj tutti gli avvertimenti, e regole addotte di sopra, per l'inalveazione d'un fiume solo.*

Quando *i fiumi* siano *di differente natura*, è d'uopo distinguere più casi: perchè se i fiumi superiori porteranno materia più pesante degl' inferiori; come sarebbe a dire, se il fiume principale portasse ghiara grossa; il primo influente più minuta; il secondo anche più minuta; e così gradatamente sino agl' inferiori, che portassero sola arena, o limo; in tali circostanze (se, per tutto lo spazio, nel quale i fiumi portano ghiara, vi sarà caduta uguale, a quella, che ha d'avere il fiume principale, nel principio della nuova inalveazione; e dalì in giù, uguale a quella, che ha il fiume predetto in sito, dove corre in arena; e che concorrano tutte le altre circostanze per un' utile, e buona operazione) si potrà assicurare della buona riuscita di essa: la ragione, anco in questo caso, è manifesta; perchè, * se il fiume principale potrebbe portarvisi da se medesimo, maggiormente potrà farlo, unito che sia con altri; tanto più, che si suppone la caduta idonea a spingere ghiare più grosse per tutto il tratto, nel quale i fiumi influenti possono portare la ghiara nel nuovo fiume; e sebbene si può dubitare, che l'unione di più acque possa spingerla più giù di quello, che si figura: ciò non ostante, però, questo difetto probabilmente sarà compensato dalla caduta, che nell'unione di più fiumi, richedesi minore di quella, che si suppone convenire ad un solo; e dalla diminuzione delle ghiare, che tira seco la necessità di minore pendio. *Questo* però, *è un punto da considerarsi sul fatto*, e che richiede un giudicio ben pesato, per fare un'aggiustata compensazione degli eccessi, e dei difetti.

*Annot. I

Ma quello, che porta seco maggiore difficultà, e che non può

accertatamente praticarſi, ſe non quando ſi ha caduta eſorbitante, ed altezza di piano di campagna conſiderabile, ſi è il *caſo, nel quale i fiumi influenti portino materie più peſanti di quelle del fiume principale, nel punto dell' interſecazione*; poichè egli è certo, che, quando anche la caduta del nuovo alveo foſſe tanta, che baſtaſſe per lo corſo del primo fiume, che v' entra; non perciò ſi può con ſicurezza concludere, che poſſa baſtare per tutti; atteſochè, ſe i fiumi inferiori vi porteranno dentro ghiara groſſa, che faccia in eſſo qualche elevazione, può eſſere, che queſta ſia tanto grande, che tolga la caduta al fiume principale, e l' obblighi perciò ad elevarſi di fondo; potendo ben giovare l' unione dell' acqua, a fare, che la materia depoſta non renda l' alveo tanto declive, quanto richiede d' eſſere quello dell' influente; ma non già ad impedirne affatto la depoſizione, la quale in certi caſi, potrebbe eſſere tanto grande, che faceſſe elevare il fondo del nuovo alveo ſopra 'l piano delle campagne. Lo ſteſſo può ſuccedere al primo fiume influente per le depoſizioni del ſecondo; al ſecondo per quelle del terzo, e così ſucceſſivamente, finchè s' arrivi ad uno la cui caduta al ſuo termine baſti, (ſenza far nuovo alzamento, o tale da ſormontare le ripe,) per iſpingere le ghiare proprie ſino al termine preſcritto loro dalla natura, e per farlo correre felicemente allo sbocco.

Per aſſicurarſi della quantità dell' alzamento di fondo, ch' è per ſeguire in queſti caſi, *ſarebbe neceſſario d' inventare un metodo di delineare le linee cadenti del fondo de' fiumi uniti, in ogni poſſibile circoſtanza*; ma queſto fin' ora non è ſtato tentato, nè trovato da alcuno; è forſe, ſe non è impoſſibile, almeno è tanto difficile, che moralmente può equipararſi allo ſteſſo impoſſibile. Quindi è, che mancando una regola certa per fare inalveazioni di queſto genere, ſi ha biſogno di cercare altri mezzi per potere, ſe non certamente, almeno con molto di veriſimilitudine, giudicare della loro poſſibilità.

Pare aſſai conforme alla natura, ed alle oſſervazioni, le quali ſi ſono fatte de' fiumi, che le ghiare introdotte in un fondo orizzontale, non poſſano eſſere traſportate all' ingiù per qualunque forza d' acqua corrente; e di fatto non ſi vede, che i fiumi reali ne portino di ſorte alcuna al loro sbocco; anzi io ho ſempre creduto, come ho motivato in altro luogo, che la cagione, per la qua-

quale il Pò ha stabilito il suo alveo per mezzo della gran pianura della Lombardia, sia stata, che i fiumi influenti dall'una, e dall'altra parte, colla deposizione delle materie ghiarose, lo abbiano impedito di stabilirsi in altro luogo, che in quello in circa, dove egli corre al presente; ed in fatti si vede, che tolto quel tratto del di lui alveo, per lo quale corre su il fondo continuatamente ghiaroso, non riceve più da alcuno de' fiumi influenti altra materia, che arenosa. Quindi pare, che si possa raccogliere, che *le cadenti de' fiumi in ghiara, quantunque abbondanti di acqua, desiderino qualche declività*, la quale probabilmente dee essere maggiore di quella, ch'è dovuta a' fiumi mediocri, che corrono in arena; cioè a dire più di quindici, o sedici oncie per miglio, e tanto maggiore, quanto i fiumi sono più scarsi di acqua, e le ghiare più grosse. Egli è poi certo, che le cadenti superiori deono appoggiarsi sopra le inferiori; cioè a dire, che, siccome la cadente ultima del fiume viene regolata dalla bassezza dello sbocco, così il termine di quella, che è immediatamente superiore a questa, si regola dall'altezza dell'ultima nel suo principio, e così successivamente; quindi è, che quando nelle parti inferiori di un fiume sia necessaria molta declività, ragionevolmente può dubitarsi, che il piano di campagna non possa sostenere l'inalveazione; e perciò nell'ultimo caso addotto, è più da dubitarsi di sinistro esito, che da sperarsi buona riuscita.

Un sol metodo vi è, che possa dare qualche barlume in materia così ardua, ed è di *considerare l'inalveazione gradatamente, come se si dovesse inalveare solo l'ultimo fiume al termine preteso*, e vedere ciò, che sia per riuscirne: indi figurandosi fatta questa inalveazione, qual volta sia ella possibile, o in istato da potere migliorarsi coll' unione di un' altro fiume, cercare, qual' esito avrebbe l' introduzione del fiume immediatamente succedente, nell' alveo del già detto; e parendo, che questa sia riuscibile, passare alla considerazione del terzo, e così successivamente sino al fiume principale, e quando si trovasse, che, ad uno ad uno, dassero speranza di buona riuscita, allora, in caso di precisa necessità, potrebbe farsi l'inalveazione del fiume inferiore, ed aspettarne il successo, il quale corrispondendo al figurato, si potrebbe passare all' inalveazione dell' altro; e così proseguire, osservando sempre, prima d' intraprendere nuova operazione, il successo della precedente; e trovando

qualche effetto non pensato a svantaggio dell' inalveazione, segno sarà di essere arrivato a quel termine, che la natura permette; e conseguentemente non sarà buon consiglio l'avanzarsi più oltre.

La considerazione dello stato della campagna, per la quale si pretende far passare il nuovo alveo; dell'altezza, e declività della medesima; del modo, con che ella è stata fatta, cioè, se naturale, o fatta dalle alluvioni; degli effetti de' fiumi, i quali la bagnano; delle loro circostanze; della situazione degli scoli, e loro termini; e molto più il riflesso ad altre operazioni di simil natura, qual volta se n'abbia l'esempio; e l'esame degli effetti, che ne sono derivati, ponno, alle occasioni, suggerire de' motivi per maturare, o negligere le proposizioni di questa sorte d'inalveazioni. Le livellazioni esatte de' termini, e de' mezzi dell' inalveazione proposta, regolata ne' termini di già addotti; l' osservazione del fondo de' fiumi influenti, e della materia, che portano; quella di altri fiumi uniti; ad oggetto di dedurne dall' esperienza la degradazione delle cadenti; e tutte le altre inspezioni proposte negli altri casi di sopra mentovati, potranno poi somministrare i mezzi per istimare, presso a poco gli effetti, che potranno derivare da ciascheduna delle inalveazioni, da esaminarsi col metodo precedente, prima di mettere mano all' operazione.

ANNOTAZIONI

AL CAPO DECIMOQUARTO.

ANNOTAZIONE I.

(Al § *Le mutazioni*)

Queste ultime mutazioni si chiamano tagli, e si fanno con sicurezza d'esito quando vi concorrano le necessarie circostanze &c.

Dei tagli dei fiumi qualche cosa aveva già detto l' Autore nel capo 6 al coroll. 11 della prop. 8, considerando allora solamente i riguardi, che debbono aversi in ordine al provvedere alla tortuosità del fiume, talmente che dopo seguito il taglio non abbia a rimanere ancora, o a farsi di bel nuovo tortuoso; e però gli avvertimenti da lui dati in quel luogo si ponno unire alle presenti regole quando venga il caso di fare simili lavori.

ANNOTAZIONE II.

(Al § *In queste condizioni*)

Basta scavare un canale per la linea disegnata largo 25, o 30 piedi, ed in alcuni casi anco meno . . . . , e di profondità conveniente, comunicante dall' una parte, e dall' altra col fiume &c.

Non determina l' Autore alcuna profondità

dità limitata per l'escavazione, mettendo in conto che nelle circostanze da lui supposte la natura medesima sia per profondare il taglio nelle prime piene, che vengono al fiume, come in fatti dovrà succedere; e con tal certezza si può risparmiare molto di spesa nel preparar l'alveo del taglio.

Ma se la necessità di divertire il fiume dalla primiera sua strada fosse così urgente, che convenisse pensare ad ajutare la forza della natura per sollecitare l'inalveazione del fiume nel taglio (come quando il fiume minacciasse nella prima piena una irreparabil rotta negli argini dell'antico suo letto, o quando avendoli già rotti, ne essendovi il tempo di ristorarli, ne sovrastasse innondazioni di gran conseguenza) allora si dovrebbe fare l'escavazione del taglio in larghezza eguale, o poco minore di quella del fiume, e disporre il fondo del taglio in un piano, che congiugnesse il fondo del suo imbocco con quello dello sbocco; e quindi intestando l'alveo vecchio con un'argine alla maggior' altezza possibile, ne seguirebbe alle prime piene il totale abbandonamento dell'antica strada, e lo stabilimento in quella del taglio. Anzi più sicuro ancora, e più sollecito sarebbe l'effetto, se l'alveo del taglio dal fondo dello sbocco insù fino all'imbocco si escavasse su quella linea cadente, che è naturale al fiume, e su cui col tratto del tempo si dee stabilire il taglio medesimo, che è come continuare all'insù il fondo dell'alveo inferiore al taglio nell'imbocco lasciando come uno scalino, che per necessità dee restarvi quando la linea del taglio si supponga più breve di quella del letto antico.

Torna quì a proposito l'avvertire, che o siasi preparato a mano l'alveo del taglio nella maniera ultimamente detta, o si lasci alla natura il ridurlo, e rassettarlo con tal pendenza, sempre è necessario, che tutto il letto superiore al taglio anch'egli si abbassi, e si disponga nel medesimo piano del fondo del taglio prodotto allo insù, e parallelo a quello del primiero fondo facendosi un solo piano e del taglio, e dell'alveo superiore ad esso coll'inferiore, il quale non dovrà punto alterarsi; o almeno facendosi dei detti fondi una sola superficie curva seguita, caso, che il fiume in diverse sue parti richieda diverse pendenze. Anzi se si considera, che l'acqua nel tratto del taglio, che si suppone retto, non sarà arrestata da quegli impedimenti, che nel vecchio suo alveo le recavano le tortuosità, e per conseguenza avrà corso più spedito, e più velocemente scorrerà uno spazio di data lunghezza, si può dedurne, che essa scaverà il fondo del taglio alquanto più di quello, che richiedesse la primiera cadente del fiume, e per conseguenza, che il detto fondo del taglio nel punto dell'imbocco resterà alquanto più basso della cadente sopraddetta; onde anche il tratto superiore al taglio, il quale si dee appoggiare al detto punto dell'imbocco, verrà ad abbassarsi un poco più di quello, che si era detto, serbando egli tuttavia la primiera declività, o pendenza. Si potrebbe anche aggiugnere, che nella parte inferiore al taglio fosse per seguire qualche abbassamento di fondo, a riguardo della velocità, con cui vi entrerà l'acqua per la strada del taglio, maggiore di quella, con cui vi entrava per la strada abbandonata del fiume; ma ciò non può fare alcun' effetto di considerazione se non per poco tratto, dovendo quest'acqua incanalata, che sia nel tratto inferiore incontrar di nuovo tutte quelle resistenze, e quegli impedimenti, che prima vi incontrava.

Da tutto ciò si può dedurre, che quando i tagli siano fatti colle predette regole, e cautele grandissimo è il beneficio, che apportano, non pure in ordine ai fini per li quali si sogliono intraprendere (cioè di dirizzare le tortuosità del fiume, e di allontanarlo dai siti, i quali minaccia, o di avvicinarlo ad altri, a' quali può esser' utile) ma eziandio in ordine al provvedere a tutti que' disordini, che il fiume portava colla sua soverchia altezza nelle parti di sopra al taglio, come sono i pericoli de' trabocchi, i ristagni degli scoli, gli incomodi delle sorgive, ed altri simili, ai quali il taglio porge rimedio profondando maggiormente tutto il letto del fiume nella parte predetta.

In tal proposito sarà opportuno osserva-

Pagina: 404

re un'errore, in cui alcune volte ho veduto incorrere uomini per altro esperti volendo rappresentare in profilo le cadenti o sia del fondo, o sia degli argini di un fiume, in cui si tratti di fare un taglio, ad effetto di scorgere dal detto profilo lo stato, a cui si ridurranno le dette cadenti per rapporto alle campagne adjacenti, o a' termini stabili situati lungo il fiume, come per dedurre a cagion d'esempio se la soglia d'una tal chiavica, che sbocchi in esso resterà più alta del fondo, e di quanto, se i tali terreni potranno avervi scolo, qual sia per essere a luogo a luogo l'altezza delle piene del fiume sopra il piano di terra, ed altre cose simili; e l'errore consiste nel pretender di rappresentare le dette cadenti del fiume dopo il taglio nello stesso profilo, in cui già siano delineate in misura le medesime nello stato in cui si trova il fiume avanti il taglio; il che non si può assolutamente fare, ma convien delinearle in profilo a parte se si vogliono serbare le debite proporzioni delle cadute, e delle distanze. A maggior chiarezza di ciò si osservi la (*Fig.* 90) nella quale si dimostra in pianta l'andamento d'un fiume tortuoso GRDCBA, e sotto la pianta si vede in profilo la cadente del suo fondo AH, dinotandosi colle medesime lettere apposte alla linea orizzontale del profilo AG i medesimi punti della pianta. Sia lo sbocco, o ultimo termine del fiume A, il punto destinato all'imboccatura del taglio da farsi D, lo sbocco del taglio B, e l'alveo di esso DB. Poichè dunque per le cose dette, dopo seguito il taglio non si dee cangiar punto la cadente del fiume nella parte inferiore ad esso BA, ne segue, che la parte del fondo AK, che nel profilo corrisponde al detto tratto inferiore BA, dovrà servire ancor dopo il taglio, e rappresentar tuttavia la cadente del fondo in quel tratto. Se dunque ora si pretendesse di ritenere eziandio il medesimo punto dell'orizzontale del profilo D, che risponde al punto dell'imboccatura del taglio D nella pianta, per farlo servire a dinotare anche dopo il taglio la medesima imboccatura, è manifesto, che si errerebbe nelle distanze, mentre la lunghezza DB, che nel profilo corrispondeva alla strada tortuosa del fiume DCB della pianta, non può più rappresentare (ritenendo la scala di prima) la linea DEB del taglio, la quale supporremo di lunghezza minore di DCB. Quindi è, che sebbene per trovar l'altezza, o caduta del fondo del taglio nel suo imbocco sopra il fondo K dello sbocco, si potrebbe raccorciare la perpendicolare DI terminante al vecchio fondo del fiume I, calcolandone l'abbassamento IL, che in ragguaglio della pendenza nota del fiume conviene all'accorciamento del viaggio per DEB rispetto alla linea per DCB, e con ciò la positura del nuovo fondo in L sarebbe giusta quanto all'altezza, nulladimeno congiugnendo LK, la cadente LK non sarebbe quella, che realmente converrebbe al tratto del taglio DEB, perchè tal cadente, atteso l'errore nella distanza DB del profilo, non serberebbe la dovuta inclinazione, che dee essere la medesima, che quella del primiero fondo KI. E se la detta cadente LK si prolungasse alle parti superiori del profilo, come fino alla perpendicolare GH in T, non sarebbe il punto T a quell'altezza, che dopo il taglio avrebbe il fondo del fiume nel sito G della pianta, e supponendola tale si farebbe errore nelle conseguenze, che se ne ricavassero. Conviene dunque per rappresentare in profilo il fondo stabilito, o da stabilirsi del fiume dopo il taglio, fare un disegno a parte, come si mostra in agh, dinotandosi in esso colle lettere minuscole i medesimi punti, che si dinotano colle majuscole nella pianta, e nel primo profilo, e tirar la cadente ak colla medesima inclinazione di AK, cioè con quella, che è naturale al fiume, indi conviene segnare il punto d in tanta distanza dal punto b quanta è la lunghezza della linea del taglio DEB, e prolungando ak fino all'incontro della perpendicolare tirata per d, sarà i la giusta positura del fondo nell'imbocco del taglio, ed ik sarà la vera cadente dell'alveo di esso DEB. Parimente si dovranno segnare i punti r, g &c. in tanta distanza dal punto d, quanta ne anno i punti R, G dal punto D della pianta misurando per la strada del taglio; e prodotta a ki alle parti superiori in h si avranno nelle perpendicolari ti-

rate

rate per r, g &c. le vere positure del nuovo fondo stabilito corrispondenti ai punti R, G della pianta, e sarà compito il profilo dello stato del fiume dopo il taglio nelle debite proporzioni; equivalendo insomma il taglio (in ordine a questo effetto) ad un'accostamento, che si facesse del punto D, e di tutti gli altri superiori all'imbocco al punto B dello sbocco, il quale accostamento fosse tanto, quanto è la differenza tra la primiera linea del fiume DCB, e la linea del taglio DEB, e una simile riflessione può anco aver luogo ne' tagli, ne' quali si muta lo sbocco al fiume, ancorchè il fondo del nuovo sbocco si tenga allo stesso livello di quello della primiera foce.

ANNOTAZIONE III.

(Al § *Nel primo caso numero* 2.)

SE *il fiume ha l' alveo stabilito bisogna fare un' esatta livellazione della di lui declività*.

Si potrebbe quì per avventura domandare da quali segni si possa conoscere se l'alveo d'un fiume sia, o non sia stabilito. Intorno a ciò stimo niuno più sicuro indizio potervi essere, che l' esperienza di un qualche numero d' anni, e di escrescenze del fiume, dopo le quali costantemente si osservi non essersi egli ne alzato, ne abbassato di letto, ma tuttora mantenersi nel medesimo stato. Si vuole bensì usare ogni cautela nel fare simili sperienze, ne altro sicuro paragone vi ha, che quello de' punti stabili situati lungo il fiume, come di soglie di chiaviche, di sommità di fabbriche, o d' altri tali termini, che si sappia certamente non essere stati alterati da un tempo all'altro. A questi termini dunque si dee riferire colle livellazioni lo stato del fiume, e quando in diversi tempi si trovi il medesimo si può esser certo, che l' alveo sia stabilito.

Tal relazione si può fare in più maniere, e prima riferendo ai detti termini immediatamente il fondo del fiume col livellare quanto egli in un tal sito sia più alto, o più basso di alcun punto fisso in un tempo, e poi col replicare le misure dopo qualche anno; nel che tuttavia conviene aver cura di non s' ingannare tra le irregolarità del fondo, che può avere dei gorghi, o dei ridossi, che siano diversi anco in un medesimo sito in diversi tempi (il che accade specialmente ne' gran fiumi, e ne' luoghi, ove l' alveo è tortuoso) senza però, che in universale lo stato del fiume sia cangiato. E molto più è facile il prendere in ciò degli equivoci ne' fiumi maggiori, che ne' minori, per esser ne' primi ordinariamente più profondi i gorghi, e i dossi più elevati.

Molto più è difficile trovare immediatamente lo stato del fondo per rapporto a' termini stabili ne' fiumi perenni, perchè in essi dovendosi congiugnere alla livellazione gli scandagli si può nel far questi non toccar sempre per avventura il maggior fondo del fiume nascosto sott' acqua, o toccarlo in sito ineguale, e che non possa dar regola, onde allora è assolutamente necessario sfuggire i siti tortuosi, e irregolari del fiume, se si vuol prendere qualche lume sicuro da tali sperienze.

Molto più certo indizio dello stabilimento di un fiume è quando le maggiori piene di esso dopo un buon numero d' anni si osservino toccar sempre a un dipresso i medesimi segni stabili, o solo con tanto divario quanto ragionevolmente può attribuirsi a diversi gradi delle medesime piene. Solo si vuol' avvertire di non fidarsi di tali osservazioni quando si facciano in que' siti, ne' quali concorra a sostenere la superficie del fiume il rigurgito o del suo recipiente, o di qualche influente dello stesso fiume, potendo esser diverse anco in un medesimo sito le altezze delle piene d'un medesimo grado, quando nelle diverse osservazioni, che se ne fanno, il rigurgito alcuna volta vi concorre più, altra volta meno, o niente affatto.

Un' altro riscontro, e forse il più certo di tutti può aversi ne' fiumi perenni dall' acqua bassa, cioè o dal pelo ordinario, sotto cui corre il fiume la maggior parte dell' anno, o piuttosto dal pelo infimo, a cui si riduce nelle maggiori siccità. Se i segni, che tocca la superficie del fiume in tale stato, si trovano i medesimi in un corso di alcuni anni, non può esservi sospetto di cangiamento nel letto del fiume, tutta-

vol-

volta, che non sia scemata, o pure accresciuta la quantità assoluta dell'acqua, che egli prende dai laghi, o da altre sorgenti.

Suole ancora dedursi argomento di elevazione di letto ne'fiumi dagli alzamenti, che si sa essere stati fatti degli argini di essi, non costumandosi di far tali lavori quando le piene col loro alzarsi più che prima non ne indichino il bisogno. Qui tuttavolta si può di leggeri ingannare nel dar nome di alzamento a quello, che può essere stato mera riattazione per essersi l'argine in qualche tratto abbassato più del dovere; onde anco in questi casi si dee ricorrere al confronto de' termini stabili, e vedere oltre ciò se l'alzamento si sia dovuto fare in universale (almeno per lunghissimi tratti) o solamente a luogo a luogo. Talvolta ancora l'essersi accostato il fiume a battere col filone una ripa, che prima non batteva, obbliga a fortificar l'argine, e anco ad alzarlo o per maggior robustezza, o per uguagliare lo stesso filone, che si sostiene più alto del rimanente della sezione del fiume (come ha notato l'Autore nel capo 6 § *L'altezza maggiore*) senza che però lo stato di questo in generale siasi alterato.

Un'indizio assai forte di abbassamento del letto d'un fiume è quando la soglia d'un canale comunicante col fiume, e destinato altre volte ad uso di navigazione si trovi in tempo di magrezza di questo avere sopra di se così poco d'acqua, che non possa reggere i navicelli soliti per l'addietro a passarvi; e molto più se la detta soglia restasse più alta del pelo infimo del fiume, o pochissimo più bassa per modo che l'acqua del canale arrivando alla detta soglia facesse una cascata per entrar nel fiume; non avendo del credibile, che da principio fosse sì mal collocata da non poter servire in tale stato del fiume all'uso, a cui si destinava, e perciò dovendosi credere, che il riuscir troppo alta rispetto al fiume nasca da abbassamento del fiume stesso.

Così ancora se nel raccorciare, o altrimente mutare la soglia di qualche chiavica, che scaricasse le acque nel fiume si sapesse essersi questa collocata ad un livello più basso, se le chiaviche più moderne avessero le loro soglie tutte più basse di quella delle antiche nelle medesime vicinanze, se qualche tratto di campagna assai bassa, che prima era paludosa per non avere scolo assai felice entro il fiume, si trovasse essiccata per aver cominciato a tramandarvi le sue acque, tutti sarebbero indizj di abbassamento dell'alveo del fiume. E al contrario ne indicherebbe alzamento l'essersi perduto lo scolo di terre, che prima ne godevano o immediatamente nel fiume, o ne' suoi influenti, come pure l'essersi i detti influenti rialzati di letto, massimamente nelle parti più vicine a' loro sbocchi, le quali prima delle altre debbono risentirne gli effetti.

Ove manchino indizj dedotti dall'esperienza lo stabilimento del letto d'un fiume si può ragionevolmente dedurre da questo solo, che per lo corso di molti anni non sia stata fatta in esso alcuna novità atta ad alterarne lo stato. Quando dunque non siano state introdotte in esso nuove acque, nè diramate le sue, quando non ne sia stato naturalmente, o artificialmente nè allungata, nè raccorciata la linea, nè cangiato lo sbocco, quando le materie, che egli porta miste alle sue acque sieno tuttavia della medesima condizione di prima, niuna cagione, può esservi, per cui non debba in sì lungo tempo riputarsi stabilito.

Al contrario se fosse accaduta di fresco nel fiume qualche rotta, per cui egli in tutto, o in parte si fosse deviato dal suo alveo, se vi fosse stato introdotto poc'anzi qualche nuovo torrente, e più ancora se questo vi recasse ghiaja più greve di quella dello stesso fiume; se la linea di questo si fosse prolungata nel mare, o fra paludi, se lo sbocco ne fosse stato recentemente trasportato ad altro termine più alto, o più basso, o pure se ritenuta l'istessa altezza del termine il fiume vi giugnesse per una strada più lunga, o più breve della prima si potrebbe ragionevolmente temere, che dopo tali mutazioni l'alveo non fosse per anco stabilito, nè sarebbe sicuro livellarne in tale stato la pendenza per servirsene di norma nella nuova inalveazione da farsene.

In proposito de' fiumi, che vanno vagando per paludi, e fra esse prolungano il

loro alveo si dee osservare, che l'atto di un tale prolungamento il più delle volte non è perpetuo, ma interrotto, mentre (per le cose dette nel capo 13) il fiume entrato, che sia in una palude lungo tempo può trattenervisi senza farsi per essa il nuovo letto, e in tale stato il suo sbocco nella palude serve di ultimo termine al letto superiore, il quale perciò può aver tempo di stabilirsi, fino a che interrita la palude si scopra in essa il prolungamento dell'alveo, e allora solo anche il fiume superiore dee tornarsi ad alzare, e in tale stato non può considerarsi come stabilito; che se dopo ciò si avanzerà il fiume a sboccare in un'altra palude inferiore si potrà di nuovo per qualche tempo stabilir l'alveo superiore, e un'altra volta poi sconcertarsi, quando il fiume si sia incassato in quest'ultima palude. Questo è ciò, che è accaduto nel nostro Reno a misura, che è andato interrando ora una, ora un'altra delle valli, per le quali si fa vagare; e con ciò si spiega come l'alveo di esso più volte livellato, e specialmente negli anni 1693, 1716, e 1720 si è ogni volta trovato di mano in mano più alto sopra i medesimi termini fissi, ma tuttavia sempre colla medesima declività cioè sempre a un dipresso in ragione di 15 once per miglio di misura Bolognese.

Intorno alle livellazioni, colle quali prescrive l'Autore doversi cercare la pendenza naturale del fiume, che si suppone stabilito, oltre tutte le avvertenze da lui date in questo, ed in altri luoghi della presente sua opera, si vuol ricordare, che ciascun fiume, benchè abbia in ciascun tratto una determinata pendenza propria alla forza delle sue acque, e alla condizione delle materie, che ivi porta, nulladimeno questa pendenza non è sì rigorosamente limitata dalla natura, che perpetuamente debba in quel tratto trovarsi la medesima, anzi dee andarsi librando fra due termini estremi, accrescendosi alquanto nelle minori escrescenze del fiume, e scemandosi nelle maggiori, come si è detto in diversi luoghi del capo 5, e particolarmente nell'annotazione 16, e con ciò si può render ragion delle piccole diversità, che sono state talvolta trovate nelle pendenze d'un medesimo fiume, e di un medesimo tratto di esso. Quando dunque si voglia fare nuova inalveazione non v'ha dubbio, che per istar sul sicuro non si debba prendere per pendenza naturale piuttosto la maggiore, che la minore di quelle, che colle livellazioni si saranno trovate in un tratto determinato, tornando conto in simili casi ingannarsi anzi nel più, che nel meno per giudicare con maggior sicurezza intorno alla sufficienza della caduta nel nuovo alveo.

Conviene ancora avvertire, che ad effetto di ben'accertare la detta natural pendenza fa d'uopo continuar la livellazione del fiume per la lunghezza di qualche miglio potendo nelle piccole distanze restar' oscurata la giusta misura dell'inclinazione, che si cerca dalle irregolarità del fondo. Anzi in vece di livellarne il fondo è più sicuro di livellarne il pelo dell'acqua bassa in istato permanente (da riconoscersi con segni posti a fior d'acqua) e tale, che essa bagni da ripa a ripa in poca altezza, che con ciò si ha un piano più regolare, e che sarebbe esattamente parallelo al piano del fondo, se questo non avesse le irregolarità predette. Si potrebbe eziandio livellare il pelo di una piena, riconoscendo negli argini i segni da essa lasciati; ma trattandosi di voler sapere l'inclinazione del fondo non è sicuro valersi del pelo alto, se non dove questo cammina parallelo al fondo, il che secondo le cose dette altrove non si verifica per tutta la lunghezza del fiume.

ANNOTAZIONE IV.

(Al med. § *Nel primo caso, e al detto num. 4*)

Con avvertire alle mutazioni, che alla medesima ponno accadere a causa, o della materia, che porta in siti diversi, o dell'influsso di altri fiumi, che a lui s'uniscano nelle parti inferiori.

Conosciutasi colle livellazioni la pendenza del fiume da divertirsi non si dee pronunciare, che la medesima debba esser quella, che si dovrà dare all'alveo della diversione senza ponderar prima le cagioni, che ponno esservi di mutazione di tal

pen-

pendenza. Perchè se il fiume nel tratto livellato a cagione d'esempio porterà una qualità di materia come di ghiaja, ma la diversione debba farsi più in giù in sito, ove non porti più, che arena, o se nel detto tratto superiore correrà solitario, ma di sopra al punto, onde vuol divertirsi, sarà già arricchito di altre acque, è manifesto, che la pendenza da darsi al nuovo alveo sarà diversa da quella del tratto livellato nel vecchio. A ciò dunque vuole l'Autore, che si abbia riguardo, o pure sarà meglio scegliere per la livellazione del fiume un tratto di esso vicino al punto della diversione, e piuttosto inferiore, che superiore, in cui tutte le circostanze debbano esser le medesime, e in tal caso la pendenza trovata sarà quella, che dovrà serbarsi nell'innalveazione.

Pretendono alcuni, e con qualche apparenza di ragione, che ne' tratti de' fiumi, i quali non portano più, che arena, le declività scemino andando all'ingiù a misura, che la sabbia si va assottigliando, il che se sussistesse potrebbe dar qualche ulterior lume per la pratica di simili derivazioni, e qualche vantaggio nelle cadute. Quello, che intorno ciò saprei dire è, che nel Reno, dallo sbocco della Sammoggia in giù per 12, e più miglia non si osserva con evidenza alcuna degradazione sensibile nelle inclinazioni con tutto, che paja certo, che la sabbia di esso sempre si faccia di mano in mano più minuta.

ANNOTAZIONE V.

(Al medesimo § *Nel primo caso num.* 6)

S*Opra il fondo, che dee avere lo sbocco, il quale sarà tanto più basso della superficie dell' influente, quanto si sarà trovato esser quello del fiume sopraddetto.*

Per superficie dell' influente s' intende quì la superficie comune ad esso, e al recipiente nel punto dello sbocco, giacchè in quel punto debbono concorrere amendue le superficie a volere, che lo sbocco sia stabilito, e quale glie lo darebbe la stessa natura, per le cose dette nel capo 8.

Dal non aver considerato questo profondamento dello sbocco de' fiumi sotto il pelo del recipiente con figurarsi, che l'influente dovesse piuttosto strammazzare da alto sopra di esso, e non seppellirsi tutto sotto la detta superficie, sono nati molte volte, o sinistri giudicj intorno la possibilità delle inalveazioni proposte, o calcoli di spese immense nelle arginature delle dette inalveazioni, figurandole assai più alte del bisogno.

ANNOTAZIONE VI.

(Al detto § *Nel primo caso num.* 7)

E *Sopra di esso descrivere la linea cadente del fondo della nuova inalveazione cominciando dalla parte inferiore, cioè dal fondo, che si pretende dover' esser quello della foce, e continuandola all' insù colla stessa inclinazione, che ha quello del fiume vecchio.*

Il metodo che quì prescrive l' Autore di delinear le cadenti degli alvei destinati a' fiumi cominciando dalla parte inferiore, e dal fondo dello sbocco, e venendo alla superiore con quella pendenza, che si è trovata essere naturale (in parità di circostanze) al fiume da inalvearsi, è una conseguenza necessaria della dottrina da lui data in quest' opera, e specialmente nel capo 5, e nell' 8 intorno alle inclinazioni de' fiumi, e ai loro sbocchi, e da esso posta in chiaro in una breve scrittura esibita nella visita del Reno fatta da due Cardinali D'Adda, e Barberino del 1693, la quale scrittura si può leggere a carte 165 del 2 tomo della raccolta stampata in Firenze degli Autori, che trattano del moto delle acque. Benchè tal regola sia stata a' giorni nostri comunemente addottata da chiunque ha fior di senno, nulladimeno non mancano uomini per altro esperti, che non se ne sono per anco renduti capaci, ingannati, come è da credere, dall'autorità d' alcuni più antichi, e dall'esempio di quello, che questi avevano giudicato in casi simili, e nominatamente in quello del Reno, come si vede da alcuni profili, che sono alle stampe. Pretendono essi, che la linea cadente da darsi al fondo del nuovo alveo d'un fiume, che si voglia divertire, sia quella retta, che si tirerebbe dal fondo, che si trova

aver

aver questo fiume nel punto destinato alla sua diversione al fondo dello sbocco, che si assegna al detto nuovo alveo. A quelli, che così l'intendono si potrebbe domandare, se direbbero lo stesso, quando il fondo del fiume nel punto della diversione fosse alto v. g. un piede, o due di più di quel, che egli si trova essere, e quando lo neghino dovranno confessare, che il loro metodo non è universale, e rendere una ragione, per la quale così prescrivano doversi fare, quando il detto fondo ha una tal cadente sopra quello dello sbocco, e poi non vogliano, che lo stesso si faccia quando egli vi abbia un piede, o due di caduta di vantaggio; la qual ragione non potendo esser'altra, che questa, cioè, che la cadente sarebbe allora troppo ripida, e precipitosa, e che il fiume colla sua forza dovrebbe abbassarsela, dovranno anche render ragione come sappiano, che per quei due piedi di più divenga precipitosa, quando con due piedi di meno stimavano, che stasse a dovere; e in brieve dovranno confessare, che la natura di quel fiume non è indifferente ad ogni pendenza, ma ne chiede una piuttosto, che un'altra, ne occorre volergli prescrivere quella, che risulta dalla altezza del punto arbitrario della diversione sopra il fondo dello sbocco, che si è preso anch'esso in distanza arbitraria, perchè ove un mero caso non portasse, che tal cadente fosse appunto quella, che richiede il fiume, ma fosse più ripida, egli se la abbasserebbe escavandola, onde sarebbe un' inutil gettito di danaro fargli due spalle d'argini così alti, e talvolta sostenerlo col fondo in aria, ed ove fosse più dolce del suo bisogno egli la alzerebbe interrandola, e si potrebbe trovar' ingannato chi facesse conto sopra tal cadente di scolar le campagne. Che se poi diranno, che anco per un piede, o due di più d'altezza si dovrebbe tenere lo stesso metodo, sarà facile colla stessa ragione condurli a confessare, che il metodo sarebbe buono anche per dieci, per venti, e per cento piedi di più, che vi fussero, e in brieve ad accordare, che un letto di terra, quantunque ripido, e chino si voglia, non potrebbe esser roso, ne abbassato dalla forza d'un fiume, che vi scorresse sopra: assurdo anche peggiore del primo, e contrario alle perpetue, e manifeste sperienze. E perciò dovrassi conchiudere, che il punto del fondo del fiume alla diversione non è punto fisso, ma alterabile, ne può dar regola alcuna per la cadente (quando questa si voglia tal quale la natura la darebbe a quel fiume, cioè stabilita, e inalterabile) laddove il punto dello sbocco, e la pendenza sono due dati certi, e inalterabili, e con essi si può, e si dee guidar' il nuovo letto del fiume fino a piè del vecchio con sicurezza, che un tal letto più non si alteri, e con ciò giudicar dal profilo se il fiume possa aver caduta nel detto letto, e di quanto si debba alzare, o abbassare nelle parti superiori, per ispianarsi anche al di sopra un alveo continuato col nuovo fino al detto sbocco.

ANNOTAZIONE VII.

(Allo stesso § *Nel primo caso num. 9*)

OCcorrendo di munire con argini la nuova inalveazione si determini l'altezza di essi da una linea tirata dalla parte inferiore all' insù, che dee cominciarsi poco sopra il pelo più alto del recipiente, e mantenersi sempre superiore all' altezza, che può aver' il fiume nelle sue piene.

E' da avvertire, che nel determinare l'altezza massima del pelo del recipiente, ove questo sia un fiume, si dee metter' in conto anche quel di più, che egli può alzarsi per l'unione dell' influente oltre i segni, a' quali si alza prima di tal'unione: ciò dico è necessario a considerarsi almeno per assicurarsi di contenere le prime piene de' due fiumi, che si incontrassero ad un medesimo tempo, comechè nel proseguimento sia per succedere, che il pelo del recipiente in luogo d'alzarsi maggiormente si abbassi a cagione dell'abbassamento del suo fondo, siccome si è mostrato nel capo 9, e specialmente nell'annotazione 11.

Se poi il termine del nuovo alveo fosse il mare, allora si potrà regolar la cadente de' suoi argini, tanto vicino allo sbocco, quanto nelle parti superiori, coll' esempio di quelle, che ha il medesimo

fiume presso il mare, caso, che sbocchi in esso anche avanti la diversione, o con quello di altri simili fiumi della stessa spiaggia, che parimente vi sbocchino, e con ciò si potrà aver certezza di non errare nè col tenerli inferiori al livello della massima altezza del mare, che dà regola ad essi presso lo sbocco, nè col mancare di debitamente inclinarli per imitare la cadente della piena alquanto più sopra lo sbocco, la qual cadente suol'essere ivi più inclinata di quella del fondo del fiume, e di quella dell' acqua bassa; e tanto più si farà sicuro di secondar con ciò la superficie alta del fiume, quanto più esattamente si imiteranno le degradazioni delle larghezze degli altri fiumi simili nel loro accostarsi al mare.

ANNOTAZIONE VIII.

(Al § *Se si darà il caso*)

Essendo l' unione di più acque correnti cagione di maggior profondità negli alvei, e di maggior bassezza nelle massime piene, ed in oltre rendendosi con ciò minore la necessità della caduta dell' alveo &c.

Siccome questo discorso non si applica, che a quel caso, in cui le acque correnti de' fiumi insieme si uniscano nelle loro piene, così non si dee indifferentemente adattare ad ogni influente, che debba entrare nel nuovo alveo, ma solo a quelli, che ordinariamente abbiano le loro piene contemporanee a quelle del fiume, che si tratta di divertire, e quando altrimente fosse non si potrebbero aspettare di tal' unione i vantaggi, che quì si considerano, anzi ove il fiume influente da se solo richiedesse maggior pendenza di quella del solo recipiente converrebbe, che si alzasse il fondo dell'alveo comune, quando le piene dell' influente vi entrassero senza le acque dell' altro.

ANNOTAZIONE IX.

(Al medesimo § *Se si darà caso*)

Solo resta in questo caso incerta la larghezza dell' alveo.

Tale incertezza sarebbe anco maggiore, ove le piene dell' influente non fossero contemporanee a quelle del fiume, che lo riceverebbe, mentre allora se all'alveo comune della confluenza in giù si sapesse anco assegnare quella giusta larghezza, che richiederebbero le loro piene unite, tal larghezza riuscirebbe soverchia nel caso più ordinario, in cui le piene venissero separate, e ne seguirebbe ristrignimento del detto alveo comune, il qual ristrignimento nell' altro caso possibile, che le dette piene s' incontrassero ad un tempo stesso, potrebbe poscia portar seco pericolo di trabocchi; nè mai si potrebbe il detto alveo comune ridurre a perfetto stabilimento.

ANNOTAZIONE X.

(Al § *Quando i fiumi*)

Se il fiume principale potrebbe portarvisi da se medesimo, maggiormente potrà farlo unito che sia con altri.

Anche questo discorso suppone, che le escrescenze de' fiumi siano almeno per l'ordinario contemporanee, e perciò si applica a quei soli fiumi, ne' quali concorre tal circostanza, e quì di nuovo anno luogo le riflessioni fatte nelle due note antecedenti.

IL FINE.

TA-

TAVOLA

DE' CAPITOLI ED ANNOTAZIONI.

TA-

TAVOLA
DELLE MATERIE
CONTENUTE NELL' OPERA.

fiu-

D

G

I

bile

N

O

P

S

T

V

TAVOLA
DELLE ANNOTAZIONI.

Dot-

D

E

F

Gra-

Q

R

S

IL FINE.

UNIVERSITÀ CATTOLICA S. CUORE
n 98083
c
C
data

Vidit D. Joseph Rufca Clericorum Regularium Sancti Pauli , & in Ecclefia Metropolitana Bononiæ Pœnitentiarius pro Eminentiſsimo , ac Reverendiſsimo Domino D. Profpero Cardinali de Lambertinis Archiepiſcopo Bononiæ , & Sac. Rom. Imp. Principe.

Die 23. Martii 1738.

Ad Illuſtriſsimum , & Excellentiſsimum Dominum Advocatum Alexandrum Macchiavelli J. U. D. & Reorum S. Officii Bononiæ Defenſorem Ordinarium , ut videat pro S. Officio , & referat , de Ordine Reverendiſsimi Patris Inquiſitoris Generalis Bononiæ &c.

Ita eſt Fr. J. P. Rogerius S. Officii Bononiæ Notarius &c.

Solis 20. Aprilis 1738.

SI perpetuis , iiſdemque communibus laudibus penès Litteratorum univerſam Rempubli-cam qui vel primus in hac materia = Della Natura de' Fiumi = prodiit Cl. Guglielmi-nii noſtri A. S. 1697. Liber , fuit merito jure anteac proſequutus , imò præconiis adeò au-ctus , cumulatuſque , ut jam nobiliorum Academiarum , & doctiſsimorum Matheſeos Profeſ-forum unanimi conſenſione Principis titulus hacce laudata in materia eidem Guglielminio acceſſerit : Ambigendum nunc minime eſt , incomparabili ſub laudatione inter plaudentes Sapientum Virorum manus eumdem utiliſsimum Librum eſſe manſurum , quo Luminaris uniuſ ſplendori fax ſplendidiſsima Luminaris alterius ipſi accedit , & nempe cum Volumen mo-mentoſiſsimis Notis Celeberrimi *EUSTACHII MANFREDI* locupletatur , & augetur , quem ſatis eſt nominaſſe , ac per grandia , & magnifica elogia prædicaſſe ; Igitur utilem necdum Edi-tionem , quam neceſſariam , & Patriæ , Lycæoque noſtro glorioſiſsimam quia ex animo ſen-tio , judico , & ſuſtineo , panſis , ut ajunt , propterea ulnis eamdem ipſe ego apud P. V. Re-verendiſsimam rogatam facio , demiſſeque volo eſſe , quemadmodum & ipſa quod hanc im-preſsionem libenti animo largitura ſit , planè ſingulare ſuum erga communem utilitatem ſtu-dium apprime pollicetur ;

Alexander Advocatus Macchiavelli J. C. Colleg. , & Coll. DD. Judicum &c. Philoſophus Platonicus , Pub. Legum in Archigymnaſio Interpres , Illuſtriſsimæ Bonon. Cameræ Advocatus , Philopatriarum &c. Inſtitutique Scientiarum , & Clementinæ Academiæ Socius , Sanctiſs. Inquiſitionis Exconſultor , & Reorum Defenſor ordinarius &c. m. p.

Die 27. Julii 1738.

Stante prædicta atteſtatione &c.

REIMPRIMATUR

F. Joseph Paulinus Rogerius Provicarius Sancti Officii Bononiæ &c.

Fig. 1
Fig. 2
Fig. 3
Fig. 4
Fig. 5
Fig. 6
Fig. 7

Tau: 2:
Fig. 8
Fig. 9
Fig. 10
Fig. 11
Fig. 12
Fig. 13

Tav. 3.
Fig. 14
Fig. 15
Fig. 16
Fig. 17
Fig. 18
Fig. 19

Tav. 4
Fig. 20
Fig. 21
Fig. 22
Fig. 23.
Fig. 24
Fig. 25
Fig. 26
Fig. 27
Fig. 28

Fig. 29
Fig. 30
Tav 5:
Fig. 32
Fig. 31

Tav. 6
Fig. 33
Fig. 34

Fig. 35.
Tav. 7
B
A
G
E
H
F
P
N
M
O
L
I
K
D
C
Fig. 36
C
E
G
F
B
A
D

Tav. 8.
Fig. 37
Fig. 38
Fig. 39
Fig. 40
Fig. 41
Fig. 42
Fig. 43
Fig. 44

Fig. 45
Tav: 9
Fig. 47
B
A
H
D
C
Fig. 48
A
D
B
C
Fig. 46

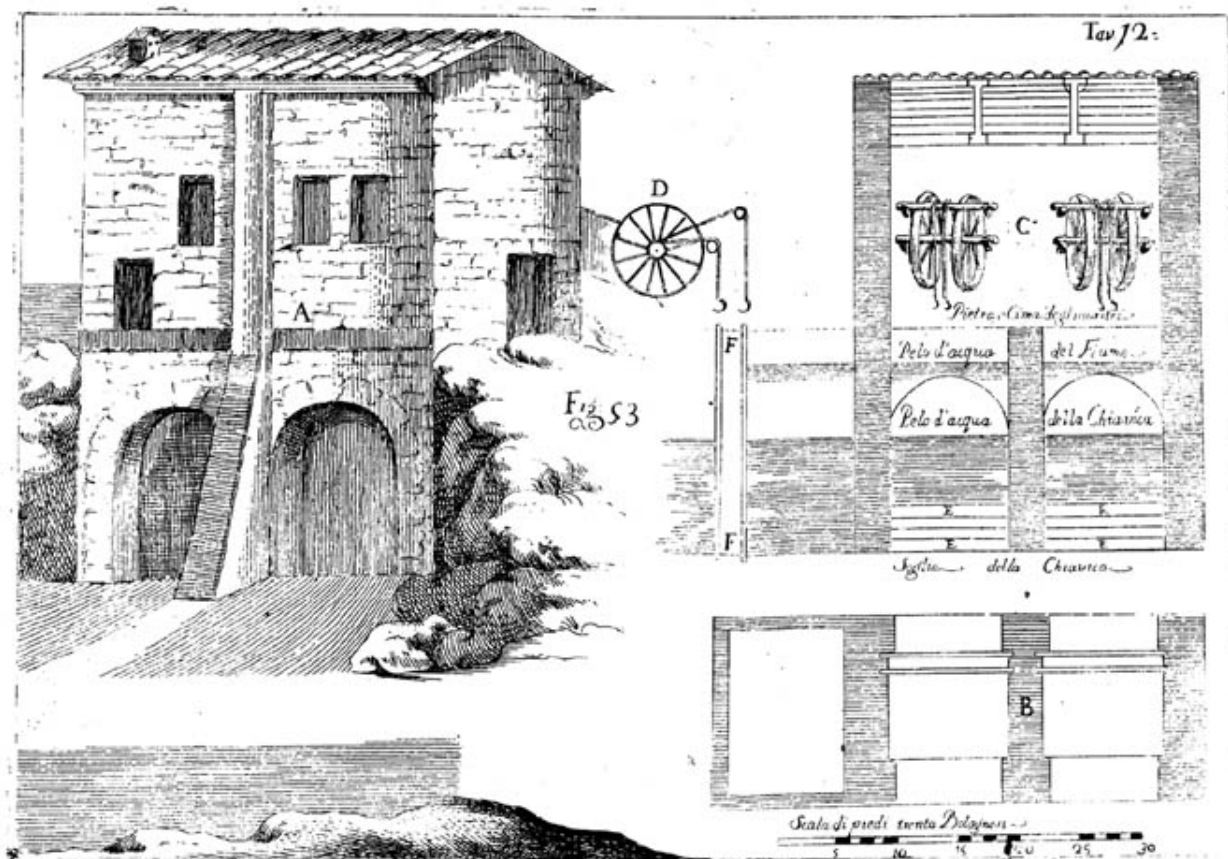
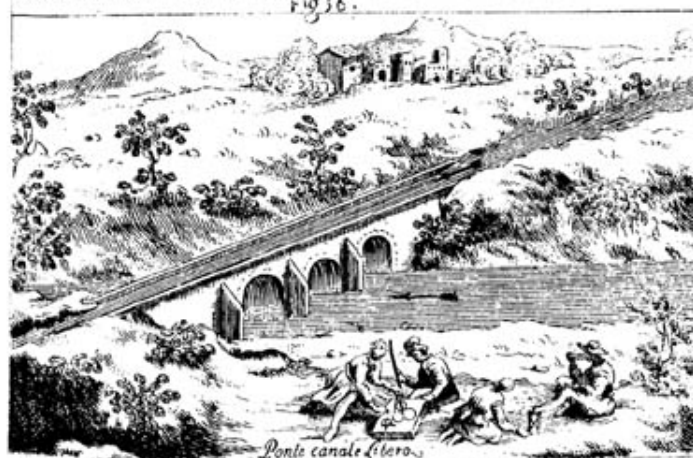
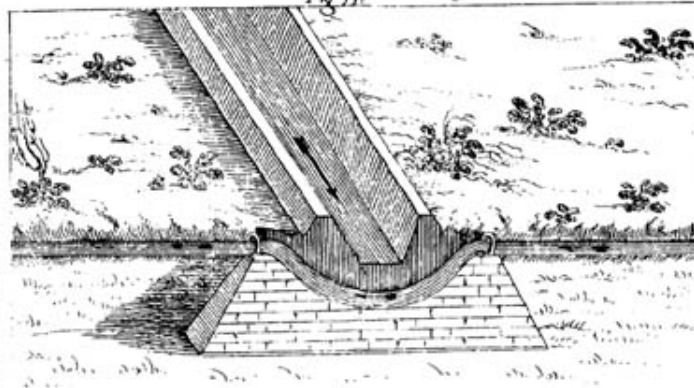
Fig. 49
Tau: X
H
B
G
C
A
F
E
K
D
Fig. 50
B
A
G
D
C
H
F
E

Fig. 51
Tau. XI
Fig. 52

SPIEGAZIONE DELLA FIGURA LIII.

Nella quale si esprime la Chiavica di Burana posta a Bondeno sul Ferrarese.

A. *Prospetto esteriore della Chiavica.*
B. *Pianta della medesima.*
C. *Alzato, o spaccato della Chiavica stessa, nel quale si vedono l' aperture de' due Archi, per li quali esce l' acqua dal Condotto nel Fiume, i quali Archi si chiudono all' occorrenze con li Tavoloni E, E, che s' alzano, e s' abbassano ad uno ad uno col mezzo delle due Ruote, che sono di quà, e di là dalla lettera C, l' una delle quali è delineata a parte in D, acciocchè si possa vedere la maniera, colla quale essendo girata la Ruota D, avvolge intorno del suo asse la corda, a cui stà annesso un uncino, che mandato giù, ed attaccato al Tavolone E, lo tira sù, ò l' abbassa, conforme al bisogno, il qual Tavolone corre sempre dentro l' incastro F.*

Tav 12.
A
D
C
F
F
Fig 53
Pelo d'acqua
del Fiume
Pelo d'acqua
della Chiavica
B
Scala di piedi trenta Bolognesi
5
10
15
20
25
30

Tav. 13
Ponte canale ristagnato
Fig. 56.
Botte Sotterranea piana
Fig. 55.
Ponte canale Libero
Botte Sotterranea Concava

SPIEGAZIONE DELLA FIGURA LVII.

La quale mostra in Prospetto la Chiusa di Casalecchio lontana tre miglia da Bologna sul Fiume Reno.

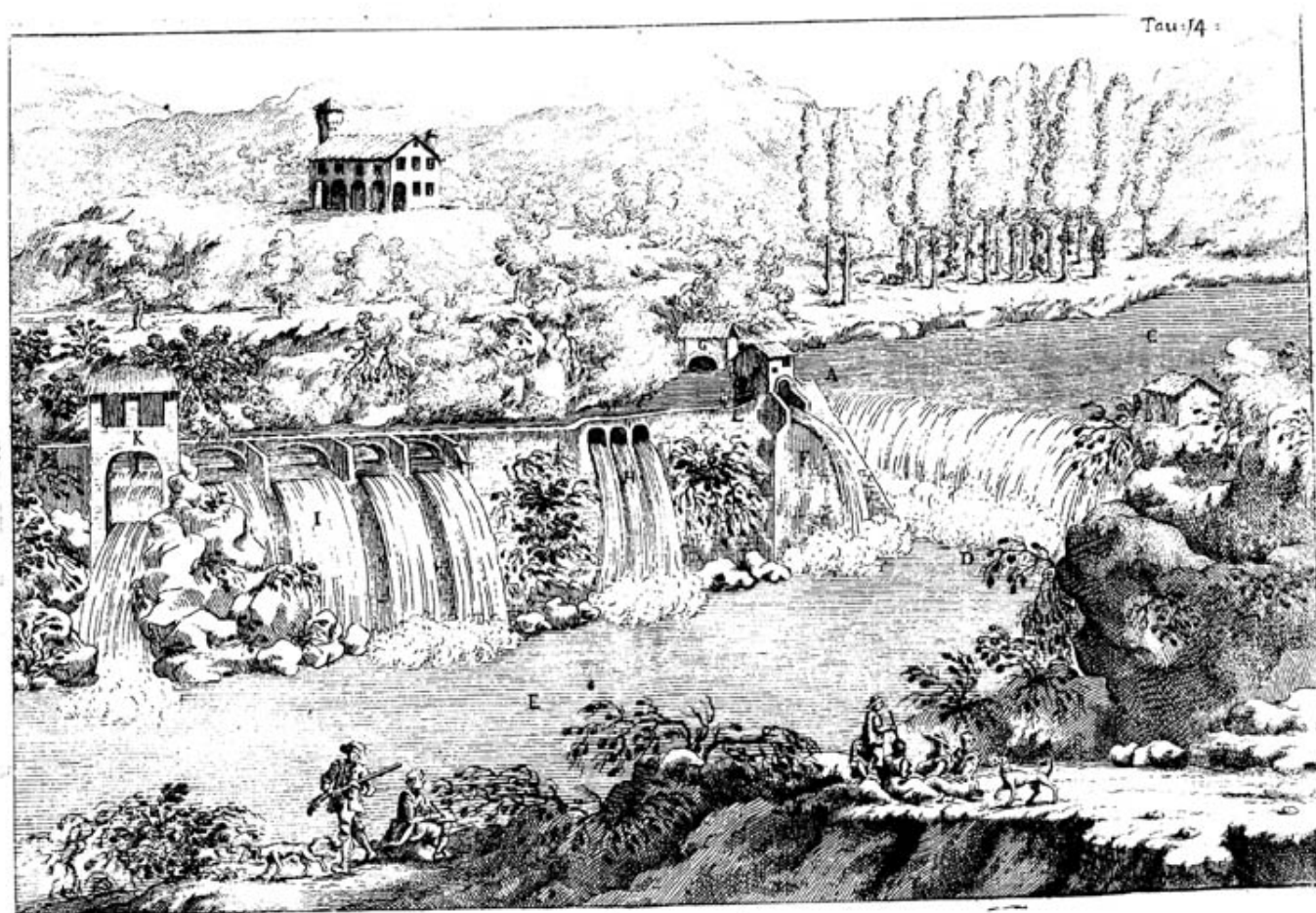
AB. *Piano superiore della Chiusa, che obbliga l'Acqua della parte superiore del Fiume CAB, ad entrare per l'Incile G, detto il Boccaccio nel Canale LM.*

F. *Primo Paraporto, detto il Paraporto Grande, la cui Porta, alzata che sia, rende l'Acqua del Canale, al Fiume, e scava il fondo del Canale da F, fino al di sopra dell' Incile G.*

HI. *Due sfogatori, o Risoratori, o Diversivi a fior d'Acqua, i quali servono per iscaricare nel Fiume l' Acqua superflua.*

K. *Secondo Paraporto detto del Prato, che serve all'uso medesimo, che il Paraporto F, escavando il Canale da K, fino in L; dopo il quale ve ne sono molt' altri destinati al fine medesimo.*

LM. *Sponda sinistra del Canale, nella quale si trovano i Paraporti, e Diversivi, tutta di fabbrica di muro sul piano superiore della quale si và da un Paraporto all'altro, ed alla Chiusa.*

DE. *Alveo di Reno nella parte inferiore alla Chiusa.*

SPIEGAZIONE DELLA FIGURA LIX.

Nella quale ſta delineato in Proſpetto il Soſtegno de
Battiferro, poſto ſul Canale di Reno, lontano
da Bologna un miglio.

ABCK. *Canale ſuperiore, nel quale s' oſſerva lo sfogatore K d' fior d' Acqua, che ſcarica una parte dell' Acqu ſoprabbondante.*

BC. *Le due Porte ſuperiori.*

DE. *Le due Porte inferiori, le quali, come anco le prede te, ſerrate che ſiano, fanno angolo contro il cor dell' Acqua.*

H. *Parte interiore del Soſtegno, dentro la quale dimor no le Barche, fin tanto che l' Acqua, o s' alzi al l vello del Canale ſuperiore, e s' abbaſſi a quello d Canale inferiore.*

GF. *Parte deſtra del Soſtegno, la quale s' è delinea più baſſa di quello ſia in fatto, acciò poſſa vede quella, che gli ſta di rincontro.*

L. *Arco inferiore d' un Paraporto, che ſerve sì per iſ ricare l' Acqua ſuperflua, come per mantenere ſ vato il fondo al Canale ſuperiore.*

I. *Canale inferiore al Soſtegno.*

Tau : XV:
Fig. 58

Tav. 16.
62
61
60
64
63
66
69
65
67
68

Tav: 17
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82